

광학적으로 유발된 망막흐림의 정도에 따른 시력감소의 개인차와 인식 대비도의 변화

김상엽, 문병연, 조현국*

강원대학교 안경광학과, 삼척 245-907

투고일(2014년 1월 8일), 수정일(2014년 3월 3일), 게재확정일(2014년 3월 15일)

목적: 광학적으로 유발된 망막흐림의 정도에 따른 시력감소의 개인차와 대비도의 변화에 따른 개인차를 알아보았다. **방법:** 전체 69안을 대상으로 소수시력 각 단계별로 10단계의 다른 대비도로 구성된 시표를 사용하였다. 대상자들의 굴절이상을 완전교정한 후 눈 앞에 +0.25 D씩 순차적으로 증가시켜 망막흐림을 유발한 다음 각 시표에 대한 단안시력과 인식대비도를 측정하였다. **결과:** 유발된 망막상의 흐림이 증가됨에 따라 시력은 점차적으로 감소되었다. +0.25 D 부가하여 유발된 망막흐림에서 시력저하의 개인차는 1.2~0.6의 범위로 나타났다. +0.50 D와 +0.75 D 부가되었을 경우 각각 1.0~0.3과 0.9~0.1 범위의 개인차를 보였다. +1.00 D가 부가되었을 때 일부 0.1 시표를 인식하지 못하는 대상안이 나타났고, +1.75 D 부가된 경우 모든 대상안들이 0.1 시표를 인식하지 못하였다. 그리고 망막흐림의 정도가 증가할수록 인식 대비도는 점진적으로 감소하였다. **결론:** 최종적인 굴절이상 교정값을 결정할 때 잔여굴절이상의 정도에 따른 시력감소의 개인차를 고려해야 할 것이다.

주제어: 망막흐림, 시력감소, 대비도, 개인차

서 론

인간의 시각기능에서 사물의 인지와 분별능력의 수준은 망막상의 질적상태에 의해 달라진다.^[1] 특히 미교정굴절이상이나 부적절한 굴절교정은 망막에 흐린 상을 쉽게 유발하여 시력 및 대비감도를 저하시켜 원활한 시각수행능력을 방해한다.^[2] 이러한 사실은 의도적인 광학적 흐림이 시표인식이나 대비감도능력을 저해한다는 실험을 통해서도 보고된 바 있고,^[3-7] Johnson 등^[8]은 이런 조건에서 조명 및 물체의 대비저하가 복합되면 더욱 심각한 시력저하를 유발한다고 하였다.

저자들은 이전연구^[9]에서 시각수행능력에 변화를 줄 수 있는 다양한 일상 환경 속에서 개인에 따라 물체를 식별하는 능력의 차이가 있다는 사실을 시력 단계별로 식별 최소조도를 측정함으로써 조도환경과 시표의 대비도의 차이에 따른 개인별 시표 식별능력의 차이를 분석하였다. 특히 대비감도와 최소분리시력을 각각 따로 측정해야하는 문제점을 해결하기 위해 최소분리시력표를 10단계의 대비를 달리한 시표를 제작하여 실험에 사용하였다.

본 연구에서 역시 대비도를 달리한 최소분리시력표를 사용하여 일정한 조명조건에서 광학적으로 유발시킨 망막

흐림의 정도에 따라 발생하는 시력저하의 개인차와 인식 대비도의 개인차를 조사하여 임상현장에서 안경교정을 위한 참고자료로 활용하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구의 취지에 동의하고 눈 관련 및 전신질환, 관련 약물복용이나 과거병력에 관한 사항이 없는 평균연령 22.82 ± 1.64 세의 35명(남 17명, 여 18명)이 참가하였고, 이중 단안 교정시력이 1.0 이상이 되지 않는 1안을 제외안 69안을 대상으로 실시하였다. 대상자의 등가구면굴절이상도는 평균 -3.38 ± 1.82 D였고 -0.25 D ~ -7.25 D 사이로 분포하였다.

2. 연구방법

망막흐림을 유발하기 전, 검정기(WelchAllyn, USA)를 이용한 타각적굴절검사값과 포토퍼(Ultramatic RX Master, Reichert, USA)를 이용한 자각적굴절검사로 완전교정값을 검출하였다. 측정 시표는 각 시력단계별 10단계의 대비도(100%~10%, 각 10%단위)로 구성되어 있는 3 m 용 최소

*Corresponding author: Hyun Gug Cho, TEL: +83-33-540-3411, E-mail: hyung@kangwon.ac.kr

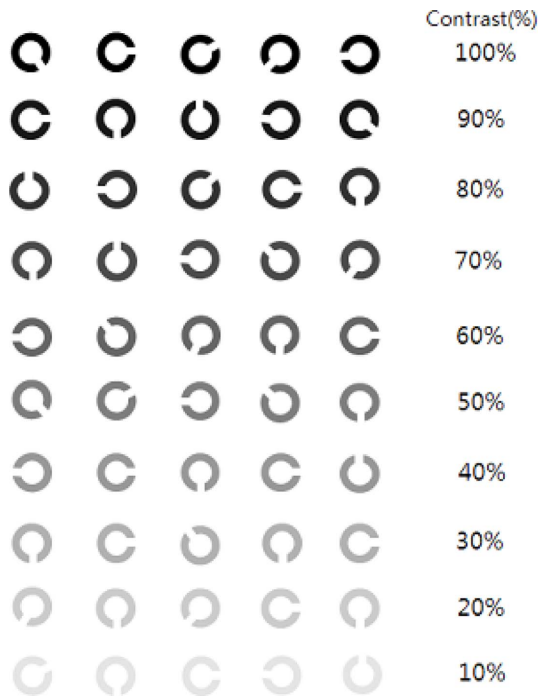


Fig. 1. Visual acuity chart consists of ten-graded contrasts.

분리시력표를 사용하였고(Fig. 1), 모든검사는 230 lx의 조명환경 하에서 진행되었다.

먼저 완전교정굴절력이 장입된 시험테를 착용한 상태에서 시력과 각 시력단계별에 따른 대비도를 단안씩 측정하였다. 조절마비제의 사용없이 망막흐림을 유발하기 위해 착용하고 있는 시험테 앞에 플러스렌즈를 부가하여 근시성 망막흐림을 유발시켰다. 구면 +0.25 D부터 시작해 모든 대상자들이 가장 큰 시표(0.1)를 인지하지 못할 때까지 0.25단위로 증가시켜 각 디오퍼 단위별로 유도된 초점흐림정도에 따른 시력변화와 인지가능한 대상자의 수를 기록하였다. 시력측정이 끝난 후 측정이 끝난 순서대로 다시 각 디오퍼 단위로 유발된 망막흐림상태에서 가장 큰 0.1시표부터 인지하였던 최대시력표까지의 단계별 대비도와 인지가능한 대상자의 수를 기록하였다. 각 시력단계별 각 줄에 구성되어 있는 5개의 랜돌트 시표 중 선명도와 관계없이 4개 이상의 고리간격방향을 정확히 판독할 경우 그 줄에 해당되는 시력 또는 대비도를 인식하는 것으로 간주하였다.

결과 분석을 위해 빈도분석과 ANOVA test (SPSS for Windows ver. 21.0)를 실시하여 망막흐림정도에 따른 평균 시력 차이와 시력단계별 개인적 인지정도를 알아보았다.

결 과

1. 광학적으로 유발된 망막흐림정도에 따른 시력의 변화 연구대상자의 완전교정상태에서 +0.25 D부터 0.25 D단

Table 1. Effect of visual acuity with increase of convex lenses

| Amount of defocus | Visual acuity | | | N |
|-------------------|------------------------|------|------|----|
| | Mean±SD | Max. | Min. | |
| 0.00 | 1.10±0.14 ^a | 1.5 | 1.0 | 69 |
| +0.25 | 0.93±0.10 ^b | 1.2 | 0.6 | 69 |
| +0.50 | 0.83±0.11 ^b | 1.0 | 0.3 | 69 |
| +0.75 | 0.65±0.19 ^c | 0.9 | 0.1 | 69 |
| +1.00 | 0.47±0.22 ^d | 0.8 | 0.1 | 58 |
| +1.25 | 0.33±0.17 ^e | 0.6 | 0.1 | 38 |
| +1.50 | 0.15±0.06 ^f | 0.3 | 0.1 | 14 |
| +1.75 | - | - | - | 0 |

a,b,c,d,f: a subgroup by Scheffe test of one-way ANOVA (p<0.05)

위씩 점차적으로 부가하여 유발시킨 망막흐림정도에 따른 시력변화의 결과는 Table 1과 같다. 먼저 +렌즈부가 전 대상자들의 최대교정시력은 평균 1.10±0.14로 측정되었다. 그 다음 +0.25 D 부가에 따른 시력은 평균 0.93±0.10, +0.50 D 부가에 따른 시력은 평균 0.83±0.11, +0.75 D 부가에 따른 시력은 평균 0.65±0.19, +1.00 D 부가에 따른 시력은 평균 0.47±0.22, +1.25 D 부가에 따른 시력은 평균 0.33±0.17, +1.50 D 부가에 따른 시력은 평균 0.15±0.06으로 측정되었고, 마지막으로 +1.75 D를 부가하였을 때, 모든 대상자들은 실험에 사용된 가장 큰 0.1시표조차 인식할 수 없었다. 광학적으로 유발시킨 망막흐림의 정도가 증가할수록 유의한 시력감소를 보였다(p<0.05).

2. 광학적으로 유발된 망막흐림정도에 따른 시력단계별 개인적 시표식별의 분포

망막흐림을 유발하기 위한 +렌즈의 디오퍼 정도에 따라 각 시력단계별로 개인적 시표인식수준의 분포는 Table 2와 같다. 먼저 대상자들의 최대교정시력의 분포를 살펴보면, 전체 69안(100%)중 4안(5.8%)은 시력 1.5까지, 24안(34.8%)은 시력 1.2까지, 그리고 나머지 41안(59.4%)는 최대 1.0시력까지 인식하는 것으로 나타났다. +0.25 D 부가하였을 때 전체 69안 중(대상자간 시력인식범위는 1.2~0.6) 3안(4.3%)에서 최대 1.2, 23안(33.3%)에서 최대 1.0, 39안(56.5%)에서 최대 0.9, 3안(4.3%)에서 최대 0.7, 나머지 1안(1.4%)에서 최대 0.6시표까지 인식하였다. +0.50 D 부가하였을 때 전체 69안 중(1.0~0.3) 5안(7.2%)에서 최대 1.0, 29안(42.0%)에서 최대 0.9, 26안(37.7%)에서 최대 0.8, 5안(7.2%)에서 최대 0.7, 3안(4.3%)에서 최대 0.6, 나머지 1안(1.4%)에서 최대 0.5시표까지 인식하였다. +0.75 D 부가하였을 때 전체 69안 중(0.9~0.1) 5안(7.2%)에서 최대 0.9, 19안(27.5%)에서 최대 0.8, 20안(29.0%)에서 최대 0.7, 10

Table 2. Distribution of number of the recognized eyes (%) in each visual acuity chart according to the level of optically induced retinal defocus

| VA | Number of the recognized eyes (%) | | | | | | |
|-------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| | 0.00 | +0.25 | +0.50 | +0.75 | +1.00 | +1.25 | +1.50 |
| 0.1 | | | | 2(2.9) | 9(15.5) | 8(21.1) | 8(57.4) |
| 0.2 | | | | 2(2.9) | 3(5.2) | 6(15.8) | 5(35.7) |
| 0.3 | | | | 3(4.3) | 5(8.6) | 8(21.1) | 1(7.1) |
| 0.4 | | | | 4(5.8) | 7(12.1) | 3(7.9) | |
| 0.5 | | | 1(1.4) | 4(5.8) | 9(15.5) | 9(23.7) | |
| 0.6 | | 1(1.4) | 3(4.3) | 10(14.5) | 8(13.8) | 4(10.5) | |
| 0.7 | | 3(4.3) | 5(7.2) | 20(29.0) | 14(24.1) | | |
| 0.8 | | | 26(37.7) | 19(27.5) | 3(5.2) | | |
| 0.9 | | 39(56.5) | 29(42.0) | 5(7.2) | | | |
| 1.0 | 41(59.4) | 23(33.3) | 5(7.2) | | | | |
| 1.2 | 24(34.8) | 3(4.3) | | | | | |
| 1.5 | 4(5.8) | | | | | | |
| Total N (%) | 69(100) | 69(100) | 69(100) | 69(100) | 58(100) | 38(100) | 14(100) |

안(14.5%)에서 최대 0.6, 4안(5.8%)에서 최대 0.5, 4안(5.8%)에서 최대 0.4, 3안(4.3%)에서 최대 0.3, 2안(2.9%)에서 최대 0.2, 나머지 2안(2.9%)에서 최대 0.1시표까지 인식하였다. +1.00 D 부가하였을 때 전체 69안 중(0.8~0.1) 11안에서 0.1시표조차 인지할 수 없었고, 인식가능한 58안(100%)중 3안(5.2%)에서 최대 0.8, 14안(24.1%)에서 최대 0.7, 8안(13.8%)에서 최대 0.6, 9안(15.5%)에서 최대 0.5, 7안(12.1%)에서 최대 0.4, 5안(8.6%)에서 최대 0.3, 3안(5.2%)에서 최대 0.2, 나머지 9안(15.5%)에서 최대 0.1시표까지 인식하였다. +1.25 D 부가하였을 때 전체 69안 중 31안에서 0.1 시표조차 인지할 수 없었고, 인식가능한 38안(100%)중(0.6~0.1) 4안(10.5%)에서 최대 0.6, 9안(23.7%)에서 최대 0.5, 3안(7.9%)에서 최대 0.4, 8안(21.1%)에서 최대 0.3, 6안(15.8%)에서 최대 0.2, 나머지 8안(21.1%)에서 최대 0.1 시표까지 인식하였다. 마지막으로 +1.50 D 부가하였을 때 전체 69안 중 55안에서 0.1 시표조차 인지할 수 없었고, 인식가능한 14안(100%)중(0.3~0.1) 1안(7.1%)에서 최대 0.3, 5안(35.7%)에서 최대 0.2, 나머지 8안(57.4%)에서 최대 0.1 시표까지 인식하였다.

3. 광학적으로 유발된 망막흐림정도에 따른 인식 대비도의 변화

유발된 망막흐림정도에 따른 각 시력단계별 인식 대비도의 변화는 Table 3과 같다. 먼저 0.1시표에서 렌즈부가기 전 평균 인식 대비도인 10.14±1.20% 와 비교해 +0.25 D

부가에서 12.32±5.73%, +1.50 D 부가에서는 78.89±17.64%로 측정되어 망막흐림의 정도가 증가할수록 인식을 위한 시표대비농도도 비례적으로 높아졌다. 0.2 시표에서 측정된 평균 인식 대비도는 10.58±2.91%로 측정되었고, 렌즈 부가에 따라(+0.25 D ~ +1.50 D) 13.91±6.91~88.00±4.47% 범위로 나타났다. 0.3 시표에서 평균 10.58±2.91%, 렌즈 부가에 따라(+0.25 D ~ +1.50 D) 14.64±6.98~100±0.00% 범위로 측정되었고, 0.4 시표에서는 평균 12.17±5.46%, 렌즈 부가에 따라(+0.25 D ~ +1.25 D) 15.62±7.33~66.88±28.92% 범위로 나타났다. 또한 0.5 시표에서 평균 12.31±5.46%, 렌즈 부가에 따라(+0.25 D ~ +1.25 D) 17.97±10.65~ 77.86±18.05% 범위로 나타났고, 0.6 시표에서 평균 12.46±5.53%, 렌즈 부가에 따라(+0.25 D ~ +1.25 D) 21.16±12.31~95.00±5.77% 범위로 측정되었다. 0.7 시표에서는 평균 14.20±9.14%, 렌즈 부가에 따라(+0.25 D ~ +1.00 D) 24.49±14.40~71.90±20.89% 범위로, 0.8 시표에서는 평균 17.39±12.56%, 렌즈 부가에 따라(+0.25 D ~ +1.00 D) 31.47±17.81~ 97.50±5.00% 범위로 나타났다. 0.9 시표에서는 평균 25.51±15.00%의 인식 대비도가 +0.25 D 부가에서 45.74±22.15%, +0.50 D 부가에서 64.80±22.43%, +0.75 D 부가에서 63.33±21.21%로 측정되었다. 마지막으로 1.0 시표에서의 평균 인식 대비도는 35.80±20.89% 이었고, +0.25 D 부가에서 50.25±24.44%, +0.50 D 부가에서 45.00±7.07%로 나타났다.

Table 3. Mean of contrast threshold to identify the Landolt's chart in each visual acuity according to the level of optically induced retinal defocus measured under condition of 230 lx

| VA | Change of contrast threshold (%) | | | | | | |
|-----|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 0.00 | +0.25D | +0.50D | +0.75D | +1.00D | +1.25D | +1.50D |
| 0.1 | 10.14±1.20 (N=69) | 12.32±5.73 (N=69) | 17.97±9.79 (N=69) | 29.57±21.03 (N=69) | 46.21±28.02 (N=58) | 61.18±25.79 (N=38) | 78.89±17.64 (N=14) |
| 0.2 | 10.58±2.91 (N=69) | 13.91±6.91 (N=69) | 18.70±10.28 (N=69) | 29.85±18.30 (N=67) | 48.82±28.40 (N=49) | 61.72±26.74 (N=30) | 88.00±4.47 (N=6) |
| 0.3 | 10.58±2.91 (N=69) | 14.64±6.98 (N=69) | 18.84±10.51 (N=69) | 32.42±19.62 (N=65) | 49.15±28.27 (N=46) | 61.25±24.37 (N=24) | 100±0.00 (N=1) |
| 0.4 | 12.17±5.11 (N=69) | 15.62±7.33 (N=69) | 22.03±11.32 (N=69) | 37.69±22.76 (N=62) | 52.14±24.94 (N=41) | 66.88±28.92 (N=16) | - |
| 0.5 | 12.31±5.46 (N=69) | 17.97±10.65 (N=69) | 25.44±14.19 (N=69) | 43.67±24.90 (N=58) | 53.89±22.59 (N=34) | 77.86±18.05 (N=13) | - |
| 0.6 | 12.46±5.53 (N=69) | 21.16±12.31 (N=69) | 28.82±16.07 (N=68) | 51.38±24.81 (N=54) | 57.00±20.87 (N=25) | 95.00±5.77 (N=4) | - |
| 0.7 | 14.20±9.14 (N=69) | 24.49±14.40 (N=69) | 36.87±19.40 (N=65) | 57.50±25.66 (N=44) | 71.90±20.89 (N=17) | - | - |
| 0.8 | 17.39±12.56 (N=69) | 31.47±17.81 (N=69) | 46.35±24.38 (N=60) | 58.44±24.77 (N=24) | 97.50±5.00 (N=3) | - | - |
| 0.9 | 25.51±15.00 (N=69) | 45.74±22.15 (N=68) | 64.80±22.43 (N=34) | 63.33±21.21 (N=5) | - | - | - |
| 1.0 | 35.80±20.89 (N=69) | 50.25±24.44 (N=26) | 45.00±7.07 (N=5) | - | - | - | - |

고 찰

망막상의 흐림은 시력저하 뿐만 아니라 다른 시각수행 능력에도 영향을 미친다. Sehlapelo 등^[10]과 Wood 등^[11]은 망막흐림이 색각기능에 미치는 영향을 조사하였고, Rosen 등^[12]의 연구에서는 1.00 D 정도의 망막흐림이 주변시의 정상적인 역할을 저해한다는 결과를 보고하였다. 반면 일반적인 독서활동이나^[13,14] 골프퍼팅^[15]과 같은 중·근거리 에 해당하는 시각적 활동영역에서는 2.00 D까지의 망막흐림에서도 큰 영향을 주지 않는다고 하였으나, 제한된 시간 안에 순간적인 시각자극이 발생하는 TV 자막인식과 같은 근거리 시각수행활동에서는 이보다 적은 1.00 D의 망막흐림에도 독서속도 및 재주시에 영향을 받는다고 하였다.^[16,17] 따라서 망막상의 흐림이 존재하더라도 요구되는 시각적 활동영역에 따라 시각수행능력에 미치는 영향을 달라지지만, 시력과 대비감도와 같이 정밀한 분별능력을 요하는 시각 능력에 대해서는 약도의 망막흐림에도 개인차에 따른 인지특성이 존재할 것으로 생각되어 본 연구에서는 유발된 망막흐림 정도에 따른 시력저하의 개인적 차이 및 대비식별능력을 알아보고 임상현장에 적용가능한 참고자료를 제시하고자 하였다.

결과에 의하면 플러스 구면렌즈를 이용하여 유발시킨 근시성 망막흐림의 정도가 증가함에 따라 통계적으로 유의한 시력감소를 나타냈다($p<0.05$). +0.25 D를 부가하였을 때, 부가 전 평균 1.10 ± 0.14 이었던 최대교정시력이 0.93 ± 0.10 으로 대략 시력표 1줄의 시력감소를 보였다. 이런 결과는 0.25 D의 근시성 부족교정이 평균적으로는 시표 1줄의 감소를 유발시킨다는 Rabon^[4]의 연구결과와 동일하였지만 본 연구에서 알아보고자한 개인별 인지차이를 분석해보면 대상안 간의 시표인지범위는 1.2~0.6사이로 광범위하게 분포되어 최대교정시력이 1.0인 대상자에서는 0.25 D의 작은 양의 부족교정에서도 개인차에 따라 최대 3~4줄의 급격한 시력감소가 발생할 수 있는 것을 알 수 있었다. Wood 등^[11]은 0.75 D의 부족교정이 존재하더라도 적색이 노란색으로 오인되는 색각인식의 오류를 유발한다고 하였고, Sehlapelo 등^[10]은 6/24(0.4) 시력 이하에서부터 색각검사의 오류가 발생된다고 하였다. 본 연구에서 +0.75 D를 부가하였을 때는 대상자간 개인차이가 0.9~0.1 사이로 가장 크게 나타났고, 이중 15.9%에서 0.4 미만의 시력으로 분포하였다. 이런 결과를 통해 개인에 따라 0.75 D 정도의 미교정이나 부족교정이 존재할 경우 심각한 시력저하는 물론 일부에서는 색각인식과 관련된 문제

점도 발생할 수 있는 가능성이 제기된다.

Woods 등^[18]은 0.50 D의 적은 양의 미교정 굴절이상에서도 대비감도에 영향을 미친다고 하였다. 연구를 위해 제작하여 사용된 각 소수 시력단계별 10단계의 다른 대비로 구성된 시표를 통해 측정된 결과, 0.25 D의 망막흐림에서도 인식을 위한 시표 대비농도도 점차적으로 높아져 대비 인식능력은 적은 양의 망막흐림에도 쉽게 영향을 받는 것을 재확인할 수 있었다. 연구결과에서 상대적으로 인식이 어려운 0.9시표와 1.0시표에서 측정된 대비도에서는 가장 심한 망막흐림을 유발하는 렌즈에서 오히려 평균대비도가 증가하는 것으로 보여졌지만, 흐림정도가 증가됨에 따라 상대적으로 높은 해상능력을 가진 소수의 대상안의 존재로 인한 결과로 분석된다. 대비감도는 연령증가에 따라 정상적으로 감소하는데,^[19] 망막흐림의 정도에 의한 대비감도의 저하는 나이가 증가할수록 더 감소한다는 점을 감안한다면^[20] 20대 성인으로 실시한 본 연구의 결과값과 비교해 임상현장에서 빈번하게 이뤄지는 중·노년안을 위한 시력검사 과정 시 잔여굴절이상의 정도에 따른 시력감소의 개인차는 더욱 증가될 것으로 예측된다.

결론적으로 굴절교정 검사를 실시할 때 조명조건이나 대비도에 따른 개인별 시표 식별능력 차이를 고려해야 한다는 이전연구^[9]의 결론과 유사하게 본 연구에서도 망막흐림의 정도에 따른 시력변화는 개인적 식별능력에 의해 상당한 차이가 있음을 보여준다. 따라서 임상현장에서 쉽게 무시될 수 있는 0.25 D의 작은 양의 망막흐림에도 개인에 따라 급격한 시력저하를 유발할 수 있으므로 상황에 따라 의도적인 부족교정처방이 요구될 경우, 잔여굴절이상의 정도에 의한 시력변화를 반드시 확인한 후 결정해야 할 것이다.

결 론

20대 건강한 성인(35명 69인)을 대상으로 소수시력 각 단계별로 10단계의 다른 대비도로 구성된 시표를 사용하여 광학적으로 유발된 망막흐림정도에 따른 시력변화의 개인적 차이와 대비식별능력의 변화를 조사하였다. 유발된 망막상의 흐림이 증가될수록 시력저하도 점차적으로 발생되었고, +0.25 D의 작은 양의 망막흐림에서도 시력저하의 개인적 차이는 1.2~0.6의 범위로 크게 발생하였다. +0.50 D와 +0.75 D 부가에서는 각각 1.0~0.3과 0.9~0.1 범위로 개인차가 발생하였다. +1.00 D 부가부터는 0.1 시표조차 인식하지 못하는 대상자들이 속발하였고, +1.75 D 부가에서는 실험에 참여한 모든 대상자에서 0.1 시표를 인식하지 못하였다. 각 시력단계별 대비도도 망막흐림이 증가함에 따라 식별을 위한 대비농도도 점차적으로 높아졌다.

최적의 굴절교정값의 결정을 위해 잔여굴절이상 및 부족교정정도에 따른 시력변화의 개인적 차이를 고려해야 할 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] Campbell FW, Green DG. Optical and retinal factors affecting visual resolution. *J Physiol*. 1965;181(3):576-593.
- [2] Atchison DA, Smoth G, Efron N. The effect of pupil size on visual acuity in uncorrected and corrected myopia. *Am J Optom Physiol Opt*. 1979;56(5):315-323.
- [3] Radhakrishnan H, Pardhan S, Calver RI, O'Leary DJ. Effect of positive and negative defocus on contrast sensitivity in myopes and non-myopes. *Vision Res*. 2004;44(16):1869-1878.
- [4] Rabin J. Optical defocus: differential effects on size and contrast letter recognition thresholds. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1994;35(2):646-648.
- [5] Bedell HE, Patel S, Chung ST. Comparison of letter and Vernier acuities with dioptric and diffusive blur. *Optom Vis Sci*. 1999;76(2):115-120.
- [6] Thorn F, Schwartz F. Effects of dioptric blur on Snellen and grating acuity. *Optom Vis Sci*. 1990;67(1):3-7.
- [7] Oen FT, Lim TH, Chung MP. Contrast sensitivity in a large adult population. *Ann Acad Med Singapore*. 1994;23(3):322-326.
- [8] Johnson CA, Casson EJ. Effects of luminance, contrast, and blur on visual acuity. *Optom Vis Sci*. 1995;72(12):864-869.
- [9] 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 Oph Opt Soc*. 2013;18(4):549-554.
- [10] Sehlapelo RR, Oduntan AO. Effect of optical defocus on colour perception. *S Afr Optom*. 2007;66(2):77-81.
- [11] Wood JM, Atchison DA, Chaparro A. When red lights look yellow. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46(11):4348-4352.
- [12] Rosen R, Lundstrom L, Unsbo P. Influence of optical defocus on peripheral vision. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(1):318-323.
- [13] Chung ST, Jarvis SH, Cheung SH. The effect of dioptric blur on reading performance. *Vision Res*. 2007;47(12):1584-1594.
- [14] Levy-Schoen A, O'Regan JK. The effect of improper accommodation on the visual field and on eye movements in reading: In: Stark L, Obrecht G, eds. *Presbyopia*. New York, NY: Professional Press Books. 1987:178-184.
- [15] Bulson RC, Ciuffreda KJ, Hung GK. The effect of retinal defocus on golf putting. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2008;28(4):334-344.
- [16] Thorn F, Thorn S. Television captions for hearing-impaired people: A study of key factors that affect reading perfor-

- mance. *Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 1996;38(3):452-463.
- [17] Xu JJ, Ciuffreda KJ, Chen H, Fan L. Effect of retinal defocus on rapid serial visual presentation(RSVP) digit recognition. *J Behavioral Optometry*. 2009;20(3): 67-69.
- [18] Woods RL, Strang NC, Atchison DA. Measuring contrast sensitivity with inappropriate optical correction. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2000;20(6):442-451.
- [19] You YC, Choi TH, Lee HB. Normal contrast sensitivity for various ages. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2003;44(1): 150-156.
- [20] Nio YK, Jansonius NM, Fidler V, Geraghty E, Norrby S, Kooijman AC. Age-related changes of defocus-specific contrast sensitivity in healthy subjects. *Ophthal Physiol Opt*. 2000;20(4):323-334.

Individual Difference in the Decrease of Visual Acuity and the Change in Contrast Threshold According to the Level of Optically Induced Retinal Defocus

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

Dept. of Optometry, Kangwon National University, Samcheok 245-907, Korea
(Received January 8, 2014: Revised March 3, 2014: Accepted March 15, 2014)

Purpose: We were aim to investigate individual difference of visual acuity (VA) decrease and the change of contrast threshold (CT) according to the level of optically induced retinal defocus. **Methods:** A total of 69 eyes were examined using consist of ten-graded decimal vision chart (Landolt's ring). After conducted full correction of subject's refractive error, a monocular VA and CT were measured according to sequential increase by 0.25 D each time. **Results:** VA gradually decreased according to the increase of retinal defocus level. Individual difference of VA decrease was range from 1.2 to 0.6 in retinal defocus induced by +0.25 D. When retinal defocus was induced as much as +0.50 D and +0.75 D, it was in the range of 1.0 to 0.3 and 0.9 to 0.1 respectively. With +1.00 D, some participants didn't even recognize the 0.1 in the chart. With +1.75 D, whole participant did not recognize the 0.1. Also, CT was gradually decreased with increase of the retinal defocus level. **Conclusions:** Examiners should consider individual difference in the decrease of VA according to the level of residual refractive error when determining final prescription of a patient.

Key words: Retinal defocus, Decrease of visual acuity, Contrast threshold, Individual difference