



Effect of Undercorrected Astigmatism on Visual Acuity According to Essential Astigmatism Power

Hyung Ryul Jeong¹, Su A Jung², and Hyun Jung Kim^{1,*}

¹Dept. of Optometry, Konyang University, Daejeon 35365, Korea

²Dept. of Optometry, Wonkwang Health Science University, Iksan 54538, Korea

(Received August 6, 2018: Revised September 10, 2018: Accepted November 16, 2018)

Purpose: This study was conducted to investigate the effect of undercorrected astigmatism on visual acuity according to the essential astigmatism power. **Methods:** Thirty-four patients (mean age: 22.18±2.37 years) presenting with ‘with-the-rule’ myopic astigmatism were selected and classified into four groups based on the essential astigmatism power (Group I: $-0.50 \leq DC \leq -0.75$, Group II: $-1.00 \leq DC \leq -1.75$, Group III: $-2.00 \leq DC \leq -2.75$, and Group IV: $-3.00 \leq DC$). Visual acuity was measured for full correction (undercorrected 0.00 DC), undercorrected astigmatism (-0.50 DC, -1.00 DC), and spherical equivalent correction, after it was converted to relative visual acuity based on visual acuity of full correction of the condition, visual acuity changes according to undercorrected astigmatism among groups, and visual acuity among groups with same degree of undercorrected astigmatism according to essential astigmatism power were compared. **Results:** Visual acuity was lower in undercorrected astigmatism and spherical equivalent correction, as compared to full correction, in all essential astigmatism power groups and decreased as undercorrected astigmatism increased. There was no statistically significant difference in the visual acuity in patients with the same degree of undercorrected astigmatism according to the essential astigmatism power, but visual acuity of the group with high astigmatism was significantly lower than that with spherical equivalent correction. Additionally, there was a statistically significant positive correlation ($r > 0.04$) between visual acuity and undercorrected astigmatism in all astigmatism groups, especially those with high astigmatism. **Conclusions:** A higher essential astigmatism power would have a greater influence on visual acuity change even with the same degree of undercorrected astigmatism. Spherical equivalent correction should especially be prescribed with caution as visual acuity loss may be greater with a certain degree of undercorrected astigmatism depending on the essential astigmatism power (especially over -2.00 DC).

Key words: Astigmatism, Essential astigmatism power, Undercorrected astigmatism, Visual acuity

서 론

난시는 안광학계의 경선에 따라 굴절력이 다른 눈으로 난시에 빛이 입사하게 되면 망막에 착란원이나 초선이 결상하게 된다.^[1-2] 경선별로 교정 굴절력이 다른 난시안 교정에는 토릭렌즈를 이용하고 있다. 토릭렌즈를 이용해 난시를 완전교정하게 되면 선명한 시력을 얻을 수 있지만,^[3-10] 토릭렌즈의 경선에 따른 배율의 차이로 망막상의 왜곡이나 광학적 회선사위가 발생할 수 있으며 이로 인하여 적응에 어려움을 겪기도 한다.^[1-2] 난시안 교정 시 난시를 미교정하거나 저교정하게 되면 선명한 시력을 갖지 못한다는 단점이 있지만,^[3-10] 완전교정을 할 경우보다는 교정렌즈의 경선에 따른 배율차이가 적어 상의 왜곡이나 광학적 회선

사위 발생을 줄일 수 있다.^[2] 이러한 이유로 임상의 안경사들은 난시안의 원활한 적응과 편안한 안경 착용을 위해 임의로 난시를 완전교정하지 않기도 한다.^[3] 본태적 난시도가 1.00 D 이하인 약도난시안은 난시를 저교정하거나 등가구면굴절력교정하는 비율이 높으며, 본태적 난시도가 -1.00 D를 초과하는 경우는 난시를 완전교정하는 경우보다 저교정하는 비율이 높다는 임상의 안경사를 대상으로 한 설문조사 결과도 있다.^[3-4]

시력검사는 시기능을 평가하기 위한 방법 중에서 가장 일반적이며 기초적인 검사로^[11] 분리되어 있는 인접한 두 점을 인식할 수 있는 능력을 확인하는 ‘최소분리력’을 기준으로 평가하고 있다.^[12] 난시와 시력에 관련한 선행연구들에 따르면 교정되지 않은 난시안의 망막에는 착란원이

*Corresponding author: Hyun Jung Kim, TEL: +82-42-600-8427, E-mail: kimhj@konyang.ac.kr

나 초선이 결상하기 때문에 분리되어 있는 두 점을 인식하는 능력이 감소하므로 난시 교정상태나 난시 저교정의 정도가 시력에 영향을 미칠 수 있다고 하였다.^[3-8]

난시의 교정상태가 가장 기초적인 시기능인 시력에 미치는 영향에 관한 연구는 다양하게 보고되어 있다.^[3-10] 완전교정, 난시 저교정, 등가구면굴절력교정과 같은 난시 교정상태나 난시 저교정의 수준이 동일하더라도 본태적 난시도에 따라 시력에 미치는 영향은 차이가 있을 것으로 생각되지만, 본태적 난시도를 고려한 연구는 부족하다고 생각해 본 연구는 본태적 난시도를 기준으로 그룹을 분류하고 난시 저교정 상태가 시력에 미치는 영향에 관하여 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 건양대학교 기관생명윤리위원회(institutional review board, IRB, 과제번호: 2016-065)의 검사과정을 승인 받아 실시하였다.

1. 대상

양안시기능에 영향을 미칠 수 있는 뇌 질환과 안과적 병변 및 수술이력이 없으며, 20대 중 본 연구의 취지에 자발적으로 동의한 사람을 대상으로 선정하였다. 또한 시력에 영향을 미칠 수 있는 굴절부등시를 제외하기 위해 자동안굴절계(KR-8900, Topcon, Japan)를 이용하여 타각적 굴절검사를 실시하였으며, 포롭터(RX-Master, Reichert Inc., USA)를 이용하여 자각적 굴절검사와 시기능검사를 실시해 단안과 양안원용교정시력이 모두 0.9 이상이면서, 양안시기능이 정상인 자를 선별하였다. 추가적으로 굴절이상과 난시축이 미치는 영향을 최소화하고자 대상자의 연령대에서 가장 높은 분포도를 보이는 근시성 직난시(근시도: 0.00 ~ -9.00 D, 난시도: -0.50 ~ -4.50 D, 교정축: 180±15°)로^[13-15] 대상자를 제한하였다.

최종 대상자는 22.18±2.37세의 남녀 34명으로 근시도 -3.78±2.01 D, 난시도 -1.48±0.93 D, 교정축은 173.46±6.71°이었다.

2. 방법

1) 본태적 난시도 분류와 난시 저교정 방법

본태적 난시도에 따라 동일한 양의 난시 저교정 시 측정된 시력 비교를 위해 난시도 그룹은 1.00 D(diopter of cylinder: DC)를 기준으로 $-0.50 \leq DC \leq -0.75$ (그룹I; 10명), $-1.00 \leq DC \leq -1.75$ (그룹II; 13명), $-2.00 \leq DC \leq -2.75$ (그룹III; 7명), $-3.00 \leq DC$ (그룹IV; 4명)의 네 그룹으로 분류하였다.

난시 저교정 단계는 0.25 DC 저교정 시에는 시력변화가 거의 발생하지 않는다는^[3,5] 선행연구의 결과를 참고하여 0.50 DC를 기준으로 정하였으며, 원용 완전교정굴절력을 시험테에 장용한 후 난시만 일부 저교정하는 방법을 선택하였다. 양안을 동시에 완전교정(0.00 DC 저교정), -0.50 DC 저교정, -1.00 DC 저교정 상태에서 검사를 실시하고, 등가구면굴절력교정(spherical equivalent correction; SEC) 상태를 추가하여 네 단계로 흐름을 유발한 후 검사를 진행하였다. 다만 본태적 난시도가 -1.00 DC 미만인 그룹I의 경우 -1.00 DC 저교정이 불가능하기 때문에 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, 등가구면굴절력교정 상태에서만 검사를 실시하였다. 반복적인 검사로 인하여 시표를 암기하는 학습효과를 최소화하기 저교정량이 많을 것으로 예상되는 -1.00 DC 저교정부터 -0.50 DC 저교정, 등가구면굴절력교정, 0.00 DC 저교정 상태의 순으로 검사를 진행하였다.

2) 시력 측정 및 상대시력 환산

원·근거리 시력 측정은 Optec® 6500(Stereo Optical Co., USA)을 이용하였다. Optec® 6500은 시력표를 내장하고 있어 주변 환경의 빛에 영향을 적게 받기 때문에 일정한 밝기를 유지한 상태에서 정확한 시력을 측정할 수 있다는 장점이 있다.^[16] 내장되어 있는 시력표는 ETDRS(early treatment diabetic retinopathy study) 차트로 시표의 크기가 규칙적으로 변화하는 LogMAR 시력을 측정하게 된다. 임상에서는 일반적으로 시력을 소수시력으로 표기하기 때문에 본 연구에서는 LogMAR로 측정된 시력을 소수시력으로 환산하였다. 그리고 각 그룹별로 난시 저교정 상태에 따른 시력과 동일한 난시 저교정 상태의 시력을 본태적 난시도 그룹 간 비교하고자 하였다. 하지만 난시 저교정 상태가 동일하더라도 본태적 난시도 그룹별로 환산된 소수시력을 비교할 경우, 기준이 되는 시력이 다르기 때문에 기준을 동일하게 하기 위하여 완전교정(0.00 DC 저교정) 상태의 시력을 기준으로 각 난시 저교정 상태에서 측정된 시력을 나누어 각 난시 저교정 상태의 시력을 상대시력으로 전환하여 결과분석에 사용하였다. 이때 상대시력 전환을 위해 기준이 되는 각 그룹의 완전교정 상태의 원·근거리시력은 난시도를 분류하지 않은 전체 대상자의 경우 1.23±0.18과 1.41±0.17, 그룹I는 1.29±0.21과 1.44±0.17, 그룹II는 1.22±0.19와 1.41±0.17, 그룹III는 1.21±0.11과 1.39±0.18, 그룹IV는 1.14±0.13과 1.40±0.21이었다.

3. 통계처리

데이터를 분석하기 위해 SPSS(V.19)를 이용하여 일원배치분산분석(ANOVA), 상관분석(correlation analysis)과 회

귀분석(regression analysis)을 실시하였다. 유의수준은 신뢰도 95%를 기준으로 $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의성이 있다고 판단하였고, 통계적 유의성 표기 기준의 세부내용은 다음과 같다.

1) 난시 저교정에 따른 시력 비교

- a: significantly different from undercorrected 0.00 DC
- b: significantly different from undercorrected -0.50 DC
- c: significantly different from undercorrected -1.00 DC
- d: significantly different from undercorrected SEC

2) 본태적 난시도 그룹 간 시력 비교

- I: significantly different compared from $-0.50 \leq DC \leq -0.75$ (그룹I)
- II: significantly different compared from $-1.00 \leq DC \leq -1.75$ (그룹II)
- III: significantly different compared from $-2.00 \leq DC \leq -2.75$ (그룹III)
- IV: significantly different compared from $-3.00 \leq DC$ (그룹IV)

결과 및 고찰

1. 본태적 난시도별 난시 저교정에 따른 원·근거리 시력 비교

본태적 난시도 그룹별로 난시 저교정 상태에 따른 시력과 동일한 난시 저교정 시 본태적 난시도 그룹 간 시력을 비교하기 위하여 Fig. 1과 2에 각 본태적 난시도 그룹과 난시 저교정 상태에 따른 원·근거리 상대시력을 표기하였다. 그래프의 x축은 각 본태적 난시도 그룹별 난시 저교정 상태에 따른 시력을 비교하기 위하여 완전교정 상태인 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, -1.00 DC 저교정, 등가구면굴절력교정 순으로 배치하였다. y축은 상대시력을 표기하였으며, 0.00 DC 저교정 시 모든 난시도 그룹의 상대시력은 항상 1.00 ± 0.00 의 값을 갖는다.

1) 본태적 난시도와 난시 저교정에 따른 원거리 상대시력

난시도를 구분하지 않은 모든 대상자의 원거리 상대시력은 0.00 DC 저교정 시 1.00 ± 0.00 이었고, -0.50 DC 저교정 시 0.82 ± 0.11 이었다. -1.00 DC 저교정 시 0.66 ± 0.10 , 등가구면굴절력교정 시 0.75 ± 0.20 으로 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, 등가구면굴절력교정, -1.00 DC 저교정 순으로 시력이 우수하였다.

그룹I의 원거리 상대시력은 -0.50 DC 저교정 시 0.86 ± 0.07 , 등가구면굴절력교정 시 0.92 ± 0.08 으로 저교정과 등가구면

굴절력교정 시 0.00 DC 저교정 상태보다 시력이 감소하였으며, 0.00 DC 저교정, 등가구면굴절력교정, -0.50 DC 저교정 순으로 시력이 우수하였다. 각 교정 상태의 시력을 비교한 결과 -0.50 DC 저교정 시 0.00 DC 저교정($p=0.000$)과, 등가구면굴절력교정은 0.00 DC 저교정($p=0.011$), -0.50 DC 저교정($p=0.046$)과 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

그룹II는 -0.50 DC 저교정 시 0.77 ± 0.12 , -1.00 DC 저교정 시 0.63 ± 0.09 , 등가구면굴절력교정 시 0.80 ± 0.10 로 저교정 단계가 증가할수록 시력이 감소하였고, 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, 등가구면굴절력교정, -1.00 DC 저교정 순으로 시력이 우수하였다. 각 저교정 상태의 시력을 비교한 결과 -0.50 DC 저교정은 0.00 DC 저교정($p=0.000$)과, -1.00 DC 저교정은 0.00 DC 저교정($p=0.000$), -0.50 DC 저교정($p=0.000$)과, 등가구면굴절력교정은 0.00 DC 저교정($p=0.000$), -1.00 DC 저교정($p=0.000$)과 각각 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

그룹III의 상대시력은 -0.50 DC 저교정 시 0.85 ± 0.08 , -1.00 DC 저교정 시 0.69 ± 0.09 , 등가구면굴절력교정 시 0.63 ± 0.13 로 측정되어 그룹II와 마찬가지로 저교정 단계가 증가할수록 시력이 감소하는 경향을 보였으며, 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, -1.00 DC 저교정, 등가구면굴절력교정 순으로 시력이 우수하였다. 각 교정단계의 시력을 비교한 결과 -0.50 DC 저교정은 0.00 DC 저교정($p=0.006$)과, -1.00 DC 저교정은 0.00 DC 저교정($p=0.000$), -0.50 DC 저교정($p=0.004$)과, 등가구면굴절력교정은 0.00 DC 저교정($p=0.000$), -0.50 DC 저교정($p=0.000$)과 각각 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

그룹IV의 상대시력은 -0.50 DC 저교정 시 0.86 ± 0.15 , -1.00 DC 저교정 시 0.71 ± 0.14 , 등가구면굴절력교정 시 0.42 ± 0.17 로 측정되어 그룹II, 그룹III와 마찬가지로 저교정 단계가 증가할수록 시력은 감소하는 경향을 보였으며, 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, -1.00 DC 저교정, 등가구면굴절력교정 순으로 시력이 우수하였다.

난시 저교정량이 동일할 때 본태적 난시도 그룹에 따른 원거리 상대시력을 비교한 결과 난시 저교정이 -0.50 DC로 동일할 때 그룹II의 시력저하가 크게 나타났으며, -1.00 DC 저교정 시에도 그룹II의 시력저하가 가장 크게 나타났으나 난시 저교정이 -0.50 DC와 -1.00 DC인 경우 본태적 난시도에 따른 상대시력은 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 난시 저교정 상태가 등가구면굴절력교정일 경우에는 본태적 난시도가 높을수록 시력저하가 크게 나타났고, 특히 그룹I은 그룹II($p=0.023$), 그룹III($p=0.000$), 그룹IV($p=0.000$)와 그룹II는 그룹III($p=0.004$), 그룹IV($p=0.000$)와 그룹III는 그룹IV($p=0.009$)와 각각 통계적으로 유

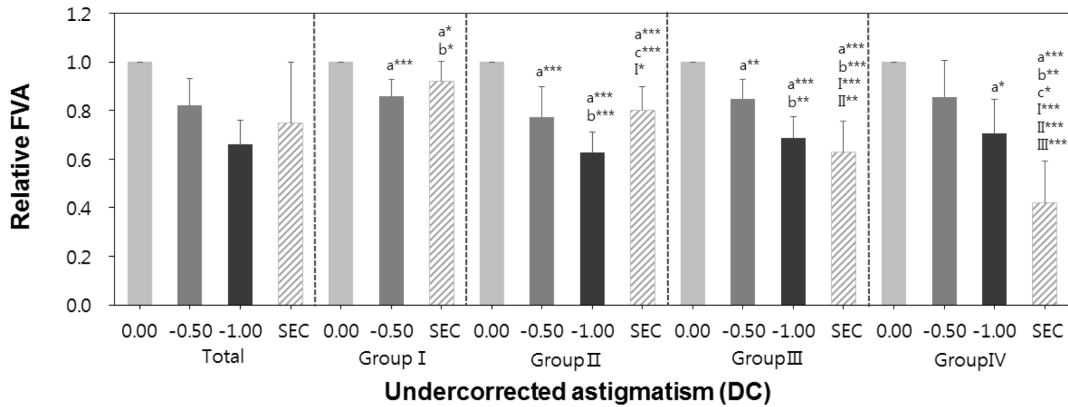


Fig. 1. The comparison of relative far visual acuity with undercorrected astigmatism between the essential astigmatism power.

의한 차이를 보였다(Fig. 1).

2) 본태적 난시도와 난시 저교정에 따른 근거리 상대시력

난시도를 구분하지 않은 모든 대상자의 근거리 상대시력은 0.00 DC 저교정 시 1.00±0.00이었고, -0.50 DC 저교정 시에는 0.95±0.09이었다. -1.00 DC 저교정 시 0.87±0.11, 등가구면굴절력교정 시 0.88±0.17으로 측정되었고 원거리와 마찬가지로 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, 등가구면굴절력교정, -1.00 DC 저교정 순으로 시력이 우수하였으나, 등가구면굴절력교정과 -1.00 DC 저교정 시의 시력은 거의 유사한 수준이었다.

근거리 상대시력은 그룹I의 경우 -0.50 DC 저교정 시 0.94±0.08, 등가구면굴절력교정 시 0.97±0.05로 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정 순으로 시력이 우수하였다. 각 교정 상태의 시력을 비교한 결과 -0.50 DC 저교정은 0.00 DC 저교정(p=0.033)과 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

그룹II는 -0.50 DC 저교정 시 0.96±0.08, -1.00 DC 저교정 시 0.89±0.12, 등가구면굴절력교정 시 0.97±0.07로 난시 저교정량이 증가할수록 시력은 감소하였고, 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, 등가구면굴절력교정, -1.00 DC 저교정 순으로 시력이 우수하였다. 각 교정상태의 시력은 -1.00 DC 저교정 시 0.00 DC(p=0.002), -0.50 DC 저교정(p=0.031)과, 등가구면굴절력교정은 -1.00 DC 저교정(p=0.029)과 각각 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

그룹III의 경우 -0.50 DC 저교정 시 0.95±0.09, -1.00 DC 저교정 시 0.89±0.10, 등가구면굴절력교정 시 0.81±0.17로 측정되어 그룹II와 마찬가지로 저교정량이 증가할 때 시력이 감소하였으며, 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, -1.00 DC 저교정, 등가구면굴절력교정 순으로 시력이 우수하였다. 등가구면굴절력교정 상태의 시력은 0.00 DC 저교정 시의 시력과 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.007).

그룹IV는 -0.50 DC 저교정 시 0.90±0.11, -1.00 DC 저

교정 시 0.79±0.02, 등가구면굴절력교정 시 0.56±0.13로 난시 저교정량이 증가할수록 시력저하가 크게 나타났으며, 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, -1.00 DC 저교정 등가구면굴절력교정 순으로 시력이 우수하였다. 각 교정 상태의 시력을 비교한 결과 -1.00 DC 저교정은 0.00 DC 저교정(p=0.009)과, 등가구면굴절력교정은 0.00 DC(p=0.000), -0.50 DC 저교정(p=0.000), -1.00 DC 저교정(p=0.006)과 각각 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

난시 저교정량이 동일할 때 본태적 난시도 그룹에 따른 근거리 상대시력을 비교한 결과 난시 저교정이 -0.50 DC로 동일할 때 모든 난시도 그룹의 시력이 유사하였으며, -1.00 DC 저교정 시는 난시도가 가장 높은 그룹IV의 시력저하가 크게 나타났지만 원거리 시력의 결과와 마찬가지로 난시 저교정이 -0.50 DC와 -1.00 DC인 경우 본태적 난시도에 따른 상대시력이 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 등가구면굴절력교정 시에는 상대적으로 본태적 난시도가 높은 그룹III와 그룹IV의 시력저하가 두드러졌고, 그룹I은 그룹III(p=0.007), 그룹IV(p=0.000)와, 그룹II는 그룹III(p=0.007), 그룹IV(p=0.000)와, 그룹III은 그룹IV(p=0.001)와 각각 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Fig. 2).

2. 본태적 난시도별 원-근거리 시력의 상관관계 비교

본태적 난시도 그룹별 난시 저교정 상태와 원-근거리 상대시력의 상관관계 그래프를 Fig. 3, 4에 각각 나타냈다. 그래프의 x축은 난시 저교정 상태를 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, -1.00 DC 저교정 순으로 표기하였다. 등가구면굴절력교정은 본태적 난시도에 따라 난시 저교정 수준이 다르기 때문에 상관관계와 관련한 그래프에서는 제외하였다. y축은 원-근거리의 상대시력을 표기하였다.

1) 본태적 난시도별 원거리 상대시력의 상관관계

본태적 난시도별 난시 저교정 상태와 원거리 상대시력은 모든 난시도 그룹에서 높은 양의 상관관계를 보였으며

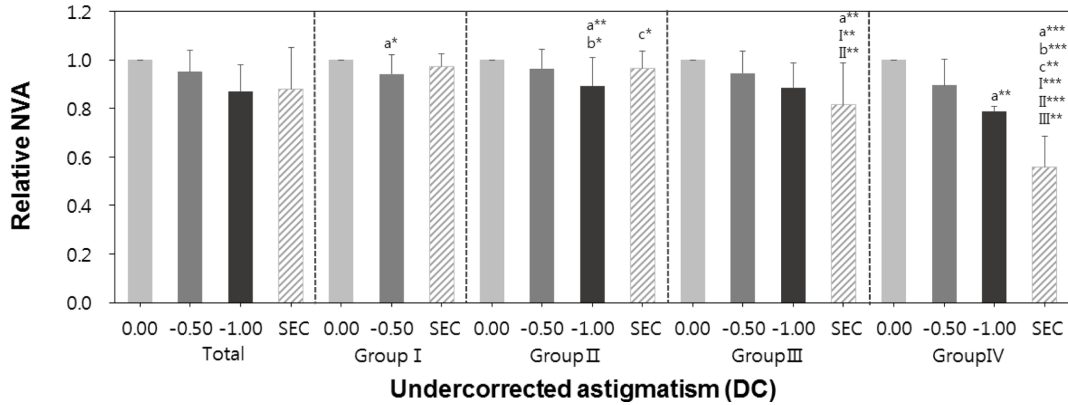


Fig. 2. The comparison of relative near visual acuity with undercorrected astigmatism between the group of essential astigmatism power.

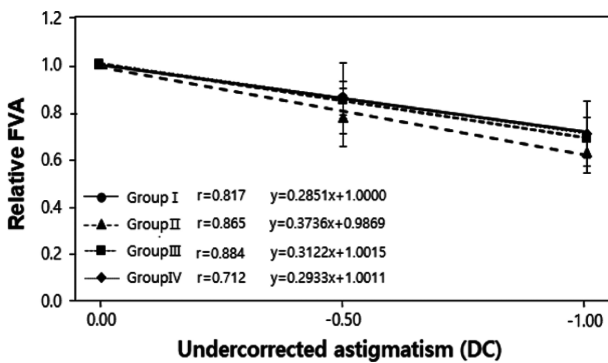


Fig. 3. The correlation of relative far visual acuity and undercorrected astigmatism between the group of essential astigmatism power.

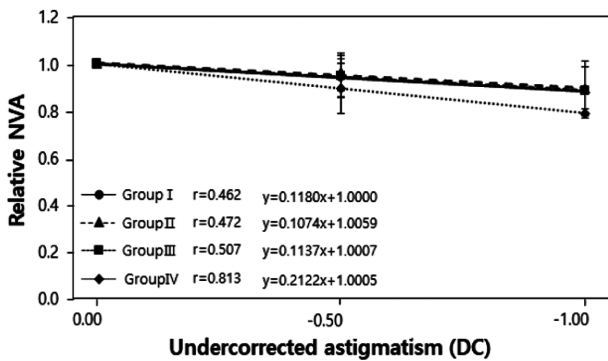


Fig. 4. The correlation of relative near visual acuity and undercorrected astigmatism between the group of essential astigmatism power.

통계적으로도 매우 유의하였다(그룹I: $r=0.817$, $p=0.000$, 그룹II: $r=0.865$, $p=0.000$, 그룹III: $r=0.884$, $p=0.000$, 그룹IV: $r=0.712$, $p=0.005$). 그룹I부터 그룹III까지는 본태적 난시도가 높은 그룹일수록 상관관계가 높았지만, 난시도가 가장 높은 그룹IV의 상관관계가 가장 낮았다. 상관관계를 나타내는 r 값은 모든 그룹에서 양의 값을 가졌으나 그래프에서는 일반적인 좌표계식 표현법에서 (+) 방향인 우측

으로 갈수록 상대시력이 저하하는 형태로 보여진다. 이는 난시 저교정 상태를 나타내는 x축의 값을 수학적으로 난시 저교정 상태가 증가하는 순서가 아닌 근시성 난시안의 난시 저교정 상태가 증가하는 0.00 DC 저교정, -0.50 DC 저교정, -1.00 DC 저교정 순으로 배치하였기 때문에 x축에서 가장 우측에 존재하는 -1.00 DC가 좌측에 존재하는 0.00 DC나 -0.50 DC보다 수학적으로는 더욱 작은 값을 갖기 때문에 그래프의 기울기와 상관계수의 값이 반대로 나타나게 된다(Fig. 3).

2) 본태적 난시도별 근거리 상대시력의 상관관계

본태적 난시도별 난시 저교정 상태에 따른 근거리 상대시력은 모든 난시도 그룹에서 양의 상관관계를 보였으며 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다(그룹I: $r=0.462$, $p=0.020$, 그룹II: $r=0.472$, $p=0.002$, 그룹III: $r=0.507$, $p=0.009$, 그룹IV: $r=0.813$, $p=0.001$). 또한 본태적 난시도가 높은 그룹일수록 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 이는 모든 난시도 그룹에서 난시 저교정 단계가 증가할수록 근거리 상대시력이 감소한다는 뜻이며, 난시도가 높을수록 난시 저교정이 근거리 시력에 더 많은 영향을 미치는 결과를 보였다고 할 수 있다(Fig. 4).

난시의 저교정 상태와 시력에 관하여 연구한 선행연구들의 결과와 본 연구의 결과를 비교해 본다면, 우선 완전교정과 난시 저교정 상태의 시력을 비교한 Kim^[5]의 연구 대상자는 본태적 난시도가 $-0.25 \leq DC \leq -6.00$ 이었으며, 대상자의 대부분인 97.1%는 $-0.25 \leq DC \leq -2.75$ 에 해당하는 난시도를 가지고 있었다. 본 연구 대상자의 난시도는 $-0.50 \leq DC \leq -4.50$ 이었으며, Kim이 언급한 $-0.25 \leq DC \leq -2.75$ 의 범위에 해당되는 대상자는 34명 중 30명으로 약 88.24%였다. 선행연구와는 차이는 있었지만, 선행연구와 마찬가지로 해당 범위의 난시도를 갖는 대상자의 비율이 높았다. Kim은^[5] 완전교정 상태와 -0.50 DC 저교정 시의

측정된 소수시력을 비교하였는데, 그 결과 완전교정 시 1.047이었던 시력이 0.772까지 감소하였다. 이를 본 연구의 분석에 적용한 상대시력으로 환산해 보면 -0.50 DC 저교정 시의 상대시력은 약 0.74가 된다. 본 연구에서 -0.50 DC 저교정 시 전체 대상자들의 원거리 상대시력이 0.82 ± 0.11 로 측정되어 선행연구와 마찬가지로 시 저교정 시 시력이 저하한다고 할 수 있다. 이러한 차이는 적은 양의 난시 저교정 시 난시도가 낮은 그룹의 시력저하가 크게 나타난 본 연구의 결과를 고려한다면, 상대적으로 Kim의 연구대상이 -2.75 D 이하의 난시도를 갖는 대상자의 비율이 높고 난시도가 낮기 때문에 -0.50 DC의 난시 저교정 시에도 시력저하가 크게 나타난 것으로 생각된다.

본태적 난시가 -1.00 D 이하인 난시안에서 미교정 난시가 시기능에 미치는 영향에 관하여 연구한 Oh^[3] 미교정 난시가 증가할수록 원거리 시력이 감소하고 특히 -0.75 DC 난시 저교정 부터는 시력감소가 두드러진다고 보고하였다. 또한 등가구면굴절력교정 시에도 완전교정 상태에 비해 원거리 시력이 감소한다고 보고하였다. 본 연구에서 Oh의 연구대상과 가장 유사한 대상자는 그룹I($-0.50 \leq DC \leq -0.75$)으로 해당 그룹 역시 난시 저교정 시와 등가구면굴절력교정 시 완전교정 상태에 비해 시력이 감소하였다. 선행연구에서는 난시를 0.25 DC 단계로 저교정 하였으나, 본 연구에서는 난시 저교정을 0.50 DC 단계로 유발하였고 그룹I의 경우 해당 그룹의 난시도가 -1.00 DC 미만으로 -0.50 DC 저교정 상태에서부터 시력을 측정해 저교정 상태 증가에 따른 비교는 어렵지만 그룹II, 그룹III, 그룹IV에서도 모두 난시 저교정 상태가 증가할 때 시력이 감소하는 경향을 보였다.

Jeong의^[4] 연구와 본 연구의 대상자는 본태적 난시도 범위($-0.50 \leq DC \leq -4.50$), 난시 저교정 단계와 등가구면굴절력교정 상태에서 시력을 측정하였다는 점이 동일하였다. 하지만 선행연구와 본 연구는 대상자의 난시도 그룹의 분류기준과 시력 평가방법은 차이가 있었다. 선행연구는 LogMAR시력을 측정하였고, 본 연구는 원근거리 LogMAR시력을 측정한 후 이를 일반적으로 사용하는 소수시력으로 변환하였다. 그리고 난시도 그룹별로 시력변화의 비교를 용이하게 하기 위하여 완전교정 상태의 시력을 기준으로 각 난시 저교정 단계에서 측정된 시력을 상대시력으로 환산하였다. 선행연구와^[4] 본 연구는 시력표기방법에는 차이가 있었지만, 모든 본태적 난시도 그룹에서 난시 저교정 상태가 증가할수록 원근거리 시력이 감소하였고, 등가구면굴절력교정을 할 경우 완전교정 상태에서 측정한 시력에 비해 원근거리 시력이 감소한다는 유사한 결과를 보였다.

동일한 난시 저교정 시 본태적 난시도에 따른 시력을 비교한 선행연구를 살펴보면 Oh의^[3] 연구에서는 본태적 난

시도 그룹을 $-0.25 \leq DC \leq -0.50$ (그룹I), $-0.50 < DC \leq -1.00$ (그룹II)로 분류하였고, Jeong은^[4] 본태적 난시도 그룹을 $-0.50 \leq DC < -1.00$ (그룹I), $-1.00 \leq DC < -2.00$ (그룹II), $-2.00 \leq DC$ (그룹III)으로 분류하고 각 그룹의 시력을 비교하였다. 그 결과 Oh의^[3] 연구에서는 동일한 난시를 저교정하거나 등가구면굴절력교정 시 난시도가 높은 그룹의 시력저하가 크게 나타난다고 보고하였고, Jeong은^[4] 원거리 시력의 경우 -0.50 DC 저교정 시 난시도가 -1.00 DC 이상인 그룹의 시력저하가 크게 나타났으며 -1.00 DC 저교정 시에는 난시도가 낮은 그룹의 시력저하가 크게 나타난다고 보고하였다. 등가구면굴절력교정 시에는 Oh의^[3] 연구와 마찬가지로 난시도가 높은 그룹의 시력 저하가 크게 나타난다고 보고하였다. 하지만 원거리 시력과 달리 근거리 시력은 난시 저교정 상태와 등가구면굴절력교정 시 모두 난시도가 높은 그룹에서 낮게 측정된다고 보고하였지만 Oh의^[3] 연구나 Jeong의^[4] 연구는 난시도를 기준으로 분류한 각 그룹의 완전교정 상태의 시력이 서로 다르기 때문에 난시도 그룹별로 난시 저교정에 따른 시력변화를 직접 비교하기에는 문제가 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 문제점을 보완하고 각 그룹의 시력변화를 동일한 기준을 적용해 비교하기 위하여 완전교정 상태의 시력을 기준으로 각 난시 저교정 상태의 시력을 상대시력으로 변환하여 비교하였다. 그 결과 -0.50 DC와 -1.00 DC 저교정 시에는 본태적 난시도가 -1.00 DC 미만인 난시도가 낮은 그룹의 시력저하가 크게 나타났다. 등가구면굴절력교정 시에는 Oh,^[3] Jeong^[4]의 연구와 마찬가지로 난시도가 높은 그룹에서 시력이 낮게 측정되었고 시력저하가 크게 나타났는데, 등가구면굴절력교정을 하게 되면 모든 대상자의 최소착란원이 망막에 위치하지만 난시도가 낮은 그룹보다 높은 그룹의 전·후초선간의 거리인 스템간격과 망막에 결상한 최소착란원의 크기가 더욱 크기 때문에^[11] 시력저하가 크게 나타나는 것으로 사료된다.

본 연구에서는 각 본태적 난시도 그룹별로 난시 저교정 상태와 상대시력의 상관관계를 알아보았으며 그 결과 네 그룹의 상관관계가 모두 통계적으로 유의하였다. 특히 원거리 상대시력의 경우 그룹III에서, 근거리 상대시력은 그룹IV에서 상관관계가 매우 높았다. 그룹III와 그룹IV는 상대적으로 난시도가 높은 그룹으로 난시 저교정 상태의 증가에 따른 시력변화는 본태적 난시도가 높은 그룹일수록 더욱 크게 나타난다고 할 수 있겠다. 본태적 난시도 그룹별로 난시 저교정 시 시력은 동일한 수준의 난시를 저교정 하였기에 직접 비교가 가능하지만, 등가구면굴절력교정 시에는 난시도 그룹에 따라 난시 저교정 수준이 모두 다르다. 즉 그룹I의 경우 평균 난시도가 -0.54 ± 0.09 D이었지만, 그룹II는 -1.27 ± 0.27 D, 그룹III는 -2.29 ± 0.29 D, 그

룹Ⅳ의 경우 -3.28 ± 0.47 D로 난시도가 모두 다르기 때문에 저교정의 방법이 등가구면굴절력교정으로 동일하더라도 각 그룹의 저교정된 난시량의 수준이 다르기에 각 그룹의 등가구면굴절력교정 상태의 시력을 직접 비교하기에는 무리가 있다. 이러한 점을 고려하여 각 그룹의 등가구면굴절력교정 상태에서 측정된 시력이 어느 정도의 난시 저교정 시와 동일한 수준의 시력을 갖는지 확인하기 위하여 각 그룹의 회귀식을 이용하여 이를 분석하였다. 각 그룹의 등가구면굴절력교정 시 측정된 시력을 기준으로 난시 저교정 상태를 유추해 보면 그룹Ⅰ의 경우 등가구면굴절력교정 시 원근거리 상대시력은 각 0.92와 0.97로 이는 각각 -0.28 D와 -0.25 D 난시 저교정 상태 수준의 시력으로서 그룹Ⅰ의 평균 난시량(-0.54 ± 0.09 D)의 절반 수준인 -0.27 D 저교정 시와 유사한 수준의 시력을 갖는 것을 확인하였다. 그룹Ⅱ의 등가구면굴절력교정 시 상대시력은 원거리에서는 0.80, 근거리에서는 0.97로 각 -0.50 D, -0.33 D의 난시 저교정 수준의 시력을 가졌으며, 이는 해당 그룹의 평균 난시량(-1.27 ± 0.27 D)의 절반 수준인 -0.65 D를 저교정할 경우보다 시력이 우수하였음을 확인하였다. 그룹Ⅲ의 경우 상대시력은 각 0.63, 0.81이었고 이는 -1.18 D와 -1.67 D의 난시를 저교정한 수준의 시력이었으며, 평균 난시량(-2.29 ± 0.29 D)의 절반 수준인 -1.14 D를 저교정 했을 때보다 시력저하가 크게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 그룹Ⅳ의 상대시력은 각 0.42와 0.56으로, 각 시력은 해당 그룹의 -1.98 D와 -2.07 D의 난시를 저교정한 수준의 시력이었다. 이는 그룹Ⅲ와 마찬가지로 평균 난시량(-3.28 ± 0.47 D)의 절반인 -1.64 D를 저교정한 경우 보다 시력이 낮게 측정되었다고 할 수 있다. 이러한 결과들을 고려한다면 등가구면굴절력교정은 -2.00 DC 미만 수준의 난시를 갖는 경우에는 본태적 난시의 절반 수준의 난시를 저교정 할 경우와 시력이 비슷하거나 우수할 수 있지만 -2.00 DC 이상의 난시도를 갖는 경우 등가구면굴절력교정 시 본태적 난시도의 절반을 교정할 경우보다 시력저하가 크게 유발될 수 있을 것으로 사료되며, 이러한 결과를 명확하게 확인하기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것이다.

본 연구는 본태적 난시도가 시력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 선행연구에서는 부족하였던 대상자의 난시도 범위를 확장하였고, 동일한 난시 저교정 상태의 시력을 본태적 난시도별로 직접 비교하기 위하여 기준을 통일하고자 상대시력을 반영하여 시력을 비교하였다. 또한 각 그룹의 난시 저교정 시 시력변화의 상관관계를 분석한 점과 등가구면굴절력교정 시 시력을 시력저하의 여부만 판단한 것이 아니라 회귀식을 이용하여 어느 정도의 난시를 저교정한 수준인지 확인하고 이를 고찰한 점이 선행연구와의

차별점이라 할 수 있다. 하지만 난시의 교정 기준을 시력 측정 결과로만 한정지어 설명할 수는 없으며, 본 연구의 결과가 모든 난시를 대변하는 결과라고 할 수는 없기 때문에 추후에는 다양한 난시유형을 대상으로 많은 시기능 검사를 실시한다면 좀 더 명확한 난시교정의 기준을 설정할 수 있을 것으로 생각한다.

결 론

본 연구에서는 본태적 난시도 그룹별 난시 저교정 상태와 등가구면굴절력교정 시 시력에 관하여 알아보았다. 그 결과 모든 그룹에서 완전교정에 비해 난시 저교정이 증가할수록 시력은 감소하였으며, 등가구면굴절력교정 시에도 시력이 저하하였다. 또한 동일한 난시 저교정 상태의 시력을 본태적 난시도 그룹별로 비교한 결과 동일한 양의 난시 저교정 상태보다 등가구면굴절력교정 시 본태적 난시도가 높을수록 시력저하가 크게 나타났다. 모든 본태적 난시도 그룹에서 난시 저교정 상태에 따른 시력은 양의 상관관계를 보여 난시 저교정 상태가 증가할수록 시력이 감소하는 경향을 보였고, 본태적 난시도 3.00 DC 미만의 경우는 난시도가 높을수록 상관관계가 높았다.

이상의 결과를 정리해보면 난시 저교정 상태와 등가구면굴절력교정은 시력 감소를 발생시킬 수 있고, 본태적 난시도 3.00 DC 미만은 동일한 난시 저교정량이라도 난시도가 높을수록 시력변화에 큰 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 특히 본태적 난시도가 2.00 DC 이상인 경우 등가구면굴절력교정은 본태적 난시의 절반을 교정한 경우보다 시력저하가 크게 나타날 수 있으므로 본태적 난시도를 고려하여 등가구면굴절력교정 처방이 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- [1] Sung PJ. Optometry, 8th Ed. Seoul: Daihakseolim, 2013;75-291.
- [2] Jin YH, Moon NJ, Sung PJ. Refraction and prescription, 3th Ed. Seoul: Naewachaksool, 2009;99-109.
- [3] Oh JY. Effects of uncorrected astigmatism less than 1.00 diopter on visual function. MS Thesis. Konyang University, Daejeon. 2017;4-82.
- [4] Jeong HR. A study on the correlation of visual acuity, contrast sensitivity, stereoacuity according to the essential astigmatism power and the state of uncorrected astigmatism. MS Thesis. Konyang University, Daejeon. 2018;1-92.
- [5] Kim JH, Kim IS. A study on the relationship between the disc of least confusion and corrected vision of astigmatism. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2008;13(2):51-57.

- [6] Villegas EA, Alcón E, Artal P. Minimum amount of astigmatism that should be corrected. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(1):13-19.
- [7] Wolffsohn JS, Bhogal G, Shah S. Effect of uncorrected astigmatism on vision. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(3):454-460.
- [8] Kim SY, Moon BY, Cho HG. Expectation of astigmatism by spherical equivalent visual acuity. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2011;16(2):167-170.
- [9] Jo NY, Kim SY, Moon BY, Cho HG. Loss of corrected visual acuity according to different meridional visual acuity in astigmatic eyes. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2016;21(1):77-81.
- [10] Kim SY, Lee MJ, Lee KC, Lee TH, Moon BY, Cho HG. Change of corrective astigmatism values depending on position of circle of least confusion in astigmatic refining test using cross cylinder. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2015;20(3):349-354.
- [11] Lim LA, Frost NA, Powell RJ, Hewson P. Comparison of the ETDRS logMAR, 'compact reduced logMAR' and Snellen charts in routine clinical practice. *Eye.* 2010;24(4):673-677.
- [12] Kaiser PK. Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practice (An AOS Thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2009;107:311-324.
- [13] Shin KY, Kyung SE. Analysis of visual field defect in patient with brain lesion. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2015;56(9):1439-1445.
- [14] Ha NR, You JK, Kim JM. Ten-year refractive error and astigmatism changes in Korean subjects. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2010;15(4):389-397.
- [15] Yoon JT. Change of axis of astigmatism with aging. MS Thesis. University of Ulsan, Ulsan. 2000;21.
- [16] Kim CJ, Choi EJ. Effects of induced dioptric blur on visual acuity and contrast sensitivity. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(2):261-270.

본태적 난시도별 난시 저교정 상태가 시력에 미치는 영향

정형렬¹, 정수아², 김현정^{1,*}

¹건양대학교 안경광학과, 대전 35365

²원광보건대학교 안경광학과, 익산 54538

투고일(2018년 8월 6일), 수정일(2018년 9월 10일), 게재확정일(2018년 11월 16일)

목적: 본태적 난시도에 따른 난시 저교정 상태가 시력에 미치는 영향을 알아보려고 본 연구를 실시하였다. **방법:** 근시성 직난시인 34명(평균나이: 22.18±2.37세)을 대상자로 선정하였으며, 본태적 난시도를 기준으로 대상자를 4그룹으로 분류하였다(그룹I: $-0.50 \leq DC \leq -0.75$, 그룹II: $-1.00 \leq DC \leq -1.75$, 그룹III: $-2.00 \leq DC \leq -2.75$, 그룹IV: $-3.00 \leq DC$). 완전교정(0.00 DC 저교정), 난시 저교정(-0.50 DC, -1.00 DC), 및 등가구면굴절력교정 상태에서 각각 시력을 측정하고 이를 완전교정 상태의 시력을 기준으로 상대시력으로 환산한 후 각 그룹의 난시 저교정 상태에 따른 시력변화와 본태적 난시도에 따른 동일한 난시 저교정 상태의 시력을 비교하였다. **결과:** 모든 본태적 난시도 그룹에서 완전교정 상태에 비해 난시 저교정 상태와 등가구면굴절력교정 시 시력은 감소하였고, 난시 저교정 상태가 증가할수록 시력이 감소하였다. 본태적 난시도 그룹에 따라 동일한 난시 저교정 시의 시력은 통계적으로 유의한 차이가 없었지만, 등가구면굴절력교정 시에는 난시도가 높은 그룹의 시력이 통계적으로 유의하게 낮게 측정되었다. 또한 모든 난시도 그룹에서 난시 저교정 상태의 시력은 통계적으로 유의한 양의 상관관계($r > 0.04$)가 있었으며, 난시도가 높은 그룹의 상관관계가 높은 경향을 보였다. **결론:** 동일한 난시 저교정량이라도 본태적 난시도가 높을수록 시력변화에 큰 영향을 미칠 수 있으며, 특히 등가구면굴절력교정은 본태적 난시도(특히 -2.00 DC 이상)에 따라 일정 수준의 난시 저교정 상태보다 시력저하가 크게 나타날 수 있으므로 이를 주의하여 처방하여야 한다.

주제어: 난시, 본태적 난시, 난시 저교정, 시력