



## Influence of Dissociating Prism on Lateral Phoria in Von Graefe Test

Kwang-Keun Oh, Hyun Gug Cho, Byeong-Yeon Moon, Sang-Yeob Kim, and Dong-Sik Yu\*

Dept. of Optometry, Kangwon National University, Samcheok 25949, Korea  
(Received April 29, 2017; Revised June 6, 2017; Accepted June 15, 2017)

**Purpose:** To evaluate the influence of the amount of prism diopters for dissociating prism on lateral phoria in von Graefe test. **Methods:** Forty subjects (mean age  $22.10 \pm 2.24$  years) were conducted subjective refraction and phoria test. Lateral phoria using the von Graefe method was measured with measuring prism of 12  $\Delta$  base-in (BI) in front of right eye and dissociating prisms of 0, 2, 4, 6, 8 and 10  $\Delta$  base-up (BU) in front of left eye respectively, selected in random order. The influence of the dissociating prism was analyzed according to vertical phoria and cyclophoria groups. **Results:** The amount of prism to dissociate targets for phoria test was greater than or equal to 6  $\Delta$  BU at both distance and near. Lateral phoria was significantly decreased with increasing the amount of dissociating prism at distance (0.37–0.88  $\Delta$  decrease in exophoria,  $p < 0.001$ ), but no significant at near ( $p = 0.793$ ). In left hyperphoria group at distance, lateral phoria was decreased (0.19–0.91  $\Delta$  decrease in exophoria,  $p = 0.038$ ) with increasing the dissociating prism, but no statistical significant change in left hypophoria and orthophoria group at distance, and in all groups at near. In cyclophoria and non-cyclophoria group, distance lateral phoria was decreased with increase of the dissociating prism (0.33–1.02  $\Delta$  in exophoria,  $p = 0.001$ ; 0.40–0.80  $\Delta$  in exophoria,  $p = 0.014$ ), but not significantly changes in all groups at near. **Conclusions:** The amount of dissociating prism in von Graefe test has an influence on distance lateral phoria. The influence was better represented when the prism is placed on side of hyperphoria or cyclophoria. With a vertical phoria or a cyclophoria, lateral phoria could be different depending on the placement of dissociating prism. To improve the reliability of the von Graefe, we suggest that the dissociating prism of BU is placed in the front of eye with hypophoria or vertical prism has to compensate before lateral phoria test.

**Key words:** Phoria, Lateral phoria, Vertical phoria, Cyclophoria, Dissociating prism, Von Graefe, Exophoria

### 서론

사위량 측정법은 프리즘바를 이용한 교대가림검사, Maddox rod검사, Thorington검사, 수정된 Thorington검사, Howell사위카드검사, von Graefe검사와 대약시경검사 등 여러 종류가 있다.<sup>[1-3]</sup> 이러한 검사들 중에서 von Graefe검사는 각각의 눈에 수직과 수평 프리즘을 가입하여 검사하는 방법으로 포롭터 기반으로 이루어진다. Von Graefe검사법은 다른 검사 방법들에 비해 사위의 측정값에서 반복성과 신뢰성이 낮고, 변동성이 크며,<sup>[4-7]</sup> 보다 더 외사위 방향으로 측정되는 방법으로 평가되었다.<sup>[8]</sup> 그럼에도 불구하고 포롭터를 사용하여 굴절검사를 수행하는 경우 굴절검사 후 즉각적으로 검사할 수 있는 장점으로 인해 안경사들이 선호하는 방법 중 하나이다.<sup>[9-11]</sup>

Von Graefe검사법으로 수평사위량을 측정할 경우, 한쪽 눈에 가입된 12  $\Delta$  BI (base-in)은 측정 프리즘(measuring

prism)의 역할을 하고, 반대쪽 눈에 가입된 6  $\Delta$  BU(base-up)은 양안의 상을 분리시키는 분리 프리즘(dissociating prism)의 역할을 한다. 분리 프리즘에 의해 좌우 망막상이 융합되지 않도록 상하로 분리시킨 후에 분리된 두상이 수직방향으로 일렬형태의 배열을 갖도록 측정 프리즘을 조정하여 수평사위량을 측정한다. 이러한 측정법은 수직 프리즘에 의한 상의 분리 역할뿐만 아니라 수평사위 측정값에 영향을 주는 것을 최소화하여야 한다. 따라서 이 검사에서 수직 프리즘이 수평사위에 영향을 주는 많은 증거들을 고려해야 할 필요가 있다. Richardson<sup>[12]</sup>은 수직편위량이 증가하면 수평융합범위의 범위가 감소한다고 하였고, Gartenberg<sup>[13]</sup>는 수직사위와 수평사위를 동시에 갖고 있을 때 수직사위를 교정하면 수평사위와 수평융합범위의 범위를 향상시킬 수 있다고 하였다. 또한 London과 Wick<sup>[14]</sup>은 수평사위의 양과 범위를 측정하기 전에 수직사위를 효율적으로 교정할 것을 제안하였다.

\*Corresponding author: Dong-Sik Yu., TEL: +82-33-540-3415, E-mail: yds@kangwon.ac.kr

이러한 증거들은 분리 프리즘 역할을 하는 수직 프리즘이 수평사위 측정에 영향을 줄 수 있음을 의미하는 것이다. 즉, von Graefe검사에서 수직사위 또는 회전사위가 있는 경우, 단안의 6 Δ BU 가입이 검출되는 수평사위 측정값에 영향을 줄 것으로 예상되지만 지금까지 이에 관한 연구는 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 von Graefe 검사에서 분리 프리즘이 수평사위에 미치는 영향을 평가하여 수평사위 측정 시 분리 프리즘의 위치와 양을 효과적으로 결정하는데 도움이 되고자 하였다.

**대상 및 방법**

**1. 대상**

본 연구의 취지에 동의한 평균 연령 22.10±2.24세의 대학생 40명(남 23, 여 17)을 대상으로 하였다. 피검자의 남녀 비율은 각각 57.5%, 42.5%였다. 문진을 실시하여, 과거 안과적 병력 및 질환, 사시, 눈 수술 경험의 유무, 약물 복용 경험이 없음을 확인하였다. 피검사자들에게 타각적 굴절검사 및 양안균형검사를 포함하는 자각적 굴절검사를 실시하여 최대교정시력이 모두 1.0 이상을 대상으로 하였다. 피검사자들의 굴절이상 분포는 정시는 등가구면굴절력이 ±0.50 D이하를 기준<sup>[15]</sup>으로 11안(13.75%), 근시 17안(21.25%), 원시 1안(1.25%), 근시성난시 50안(62.5%), 원시성난시 1안(1.25%)이었으며, 교정굴절력의 평균 등가구면굴절력은 -3.18±2.55 D였다.

**2. 연구 방법**

수동 포롭터(Phoropter 11625B, Reichert, USA)를 이용하여 굴절이상을 교정한 후, von Graefe검사를 실시하였다. 기존의 von Graefe검사는 단안에 분리 프리즘 6 Δ BU를 사용하지만 본 연구에서는 좌안에 0, 2, 4, 6, 8, 10 Δ BU의 수직 프리즘을 각각 가입한 후, 원거리와 근거리에서 von Graefe검사를 실시하였다. 이때 수직 프리즘의 양은 무작위 순서로 가입하였다. 검사는 한 피검사 당 6가지의 조건(0, 2, 4, 6, 8, 10 Δ BU)으로 원거리와 근거리에서 각 조건별로 3회씩 반복 측정하였다.

피검자에게 세로 방향의 0.7 시표를 보게 하여 시표가

분리되어 있는지 확인하고, 아래쪽 시표를 주시하게 한 후, 측정 프리즘을 2 Δ/sec 속도로 변화시켜 두 시표가 세로 방향으로 일렬이 되는 시점을 구두로 대답하게 하여 프리즘의 양과 방향을 기록하였다. 검사 전후의 영향을 배제하기 위해서 수직 프리즘의 양을 전환할 때마다 피검자가 1분 동안 눈을 감고 휴식을 갖게 하였다. 검사의 순서는 원거리(5 m) 검사 후에, 근거리(40 cm) 검사 순서로 실시하였고 분리 프리즘은 좌안에 가입하였다. 수직사위는 좌안 기준으로 표기하였으며, 회전사위의 유무는 double Maddox rod검사로 확인하였다.

**3. 분석**

데이터의 분석과 해석을 위해 수평사위에서 외사위는 음의 부호, 내사위는 양의 부호를 부여하였다. 데이터 분석은 SPSS for Windows(Ver19.0)을 사용하여 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 모든 분석은 유의확률이 p<0.05일 때, 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 판단하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 분리 프리즘 조건에 따른 수평사위도 변화**

6가지 조건(0, 2, 4, 6, 8, 10 Δ BU)으로 검사한 결과, Table 1과 같이 총 피검사 40명 중에 원거리에서는 0 Δ BU일 때, 38명이 융합을 하였고, 2 Δ BU에서 36명, 4 Δ BU에서 4명이 융합을 하였다. 근거리에서는 0 Δ BU에서 40명 모두 융합, 2 Δ BU에서도 모두 융합, 4 Δ BU에서 21명이 융합을 하였다. 4 Δ BU 이하에서 분리되지 않은 비율이 원거리에서는 10.0%~95.0%였고, 근거리에서는 52.5%~100.0%였으며, 원거리와 근거리 모두 6 Δ BU 이상에서는 분리되었다. 이러한 결과들은 1 또는 2 Δ로 약한 분리 프리즘에서 융합운동으로 양안 단일시가 이루어지나, 10 Δ 이상으로 큰 분리 프리즘에서 충분한 융합운동을 할 수 없게 되어 복시가 나타난다고 기술한 결과<sup>[16]</sup>와 유사하다. 이로 미루어 볼 때 von Graefe검사에서 분리 프리즘의 최소량은 6 Δ 이상으로 확인되었다.

Von Graefe검사에서 부분적으로 상의 분리가 나타나는 0, 2, 4 Δ BU를 제외하고, 원거리와 근거리 모두 분리가

Table 1. Dissociated ratio (%) by the amount of dissociating prisms

Dissociating prism (BU, Δ)		Dissociated ratio					
		0	2	4	6	8	10
Distance	N (%)	2 (5.0)	4 (10.0)	36 (90.0)	40 (100)	40 (100)	40 (100)
Near	N (%)	0 (0)	0 (0)	19 (47.5)	40(100)	40(100)	40 (100)

Table 2. Lateral phoria measured using 6, 8, 10 Δ dissociating prisms

Dissociating prism (BU, Δ)	Lateral phoria			F, p-value <sup>†</sup>
	6	8	10	
Distance	-3.24±2.49 <sup>a</sup>	-2.87±2.82 <sup>b</sup>	-2.36±2.93 <sup>c</sup>	F(2,78) = 12.046, p<0.001 (a>c, p<0.001) (b>c, p = 0.014)
Near	-6.71±4.74	-6.74±5.21	-6.54±5.19	F(2,78) = 0.184, p = 0.793

<sup>†</sup>p-values for repeated measures ANOVA with Bonferroni post-hoc tests.

나타나는 6 Δ BU 이상에서 3가지 조건(6, 8, 10 Δ BU)에 따른 원거리와 근거리의 수평사위량을 측정 한 결과는 Table 2와 같다. Von Graefe검사로 조건별 평균 원거리 수평사위는 2.36 ~ 3.24 Δ 외사위였으며, 근거리 수평사위는 6.54 ~ 6.74 Δ 외사위로 측정되었다. 분리 프리즘의 양이 증가할수록 외사위량은 줄어드는 반면에 표준 편차가 커졌다. 이러한 표준편차는 분리 프리즘량의 증가에 따라 상하로 떨어진 분리 타깃에 대한 피검자의 반응, 즉 종료점 결정이 어려워졌기 때문으로 여겨진다.

원거리 수평사위검사에서는 반복측정 분산분석에서 유의한 차이를 보였다(p<0.001). 수평사위량의 평균값으로만 보면 분리 프리즘량이 6 Δ BU일 때, 3.24 Δ로 가장 높았고, 10 Δ BU에서 2.36 Δ로 가장 낮았으며, 가입되는 분리 프리즘량이 증가할수록 수평사위량의 평균값이 줄어드는 경향을 보였다. 분리 프리즘 6 Δ과 8 Δ BU을 가입하였을 때를 비교하면 수평사위량의 평균 차이가 0.37 Δ 이었고, 8 Δ과 10 Δ BU을 가입하였을 때를 비교하면 수평사위량의 평균 차이는 0.51 Δ이었다. 6 Δ과 10 Δ BU 조건에서 수평사위의 차이는 0.88 Δ이었다. 대체적으로 분리 프리즘량이 증가하면서 수평사위의 평균값이 줄어들었고, 줄어드는 양도 더 컸다.

근거리 수평사위검사에서 3가지 조건에서의 차이는 반복측정 분산분석에서 유의하지 않았다(p = 0.793). 수평사위량의 평균값은 분리 프리즘량이 10 Δ BU일 때 6.54 Δ으로 가장 낮게 측정되었고, 분리 프리즘량이 8 Δ BU일 때 6.74 Δ으로 가장 높게 측정되었으며, 3가지 조건의 평균값의 최대 차이는 0.20 Δ으로 낮았다. 근거리 수평사위 검사에서 분리 프리즘량에 따른 차이는 0.03 ~ 0.20 Δ으로 원거리 사위도의 변동량보다 작았고, 근거리 수평사위 검사에서는 분리 프리즘이 수평사위량에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

이러한 결과에서 분리 프리즘인 BU을 좌안에 가입하게 되면 좌안의 하직근(아래곧은근)이 하전을 하게 되고, 이와 동시에 보조 작용으로 내전(모음)이 동반되어 수평사위량이 줄어드는 것으로 생각된다.<sup>[17]</sup> 또한 여러 연구<sup>[18,19]</sup>에서 밝혀진 수평과 수직융합 반응의 상호작용 효과를 적용해

보면, 수직운동과 감각성융합 요구량의 증가가 수평융합 반응을 증가<sup>[20]</sup>시켜 외사위도를 감소시킨 것으로 판단된다. 또한 이와 달리 프리즘에 의해 수직융합여력이 감소되어 타깃이 분리되어 보일 때 감소된 수직융합여력을 대체하여 수평융합여력이 자극되고 폭주기능의 작용으로 수평사위량이 적어지는 것으로 추론이 가능하나, 이에 대한 부분은 추가적인 검토가 필요할 것이다.

2. 수직사위별 분리 프리즘 조건에 따른 수평사위도 변화

분리 프리즘은 좌안에 가입하였으므로 수직사위는 좌안 기준으로 분류하였고, 원거리에서 좌안 하사위는 10명, 상사위는 14명, 수직사위가 없는 정위는 16명이었고, 평균 좌안 하사위의 양은 1.70±1.06 Δ, 좌안 상사위는 1.64±0.93 Δ이었다. 근거리에서 하사위는 10명, 상사위는 17명, 수직 사위가 없는 정위는 13명이었고, 평균 좌안 하사위의 양은 2.12±1.27 Δ, 상사위는 1.20±0.42 Δ이었다. 이와 같이 분류한 수직사위 유무에 따라 분리 프리즘의 량(6, 8, 10 Δ BU)이 수평사위에 미치는 영향을 평가하였다.

수직사위별로 나눠 좌안에 3가지 조건(6, 8, 10 Δ BU)에 따른 원거리 수평사위량을 측정 한 값들은 Table 3과 같다. 비록 좌안 상사위에서만 3가지 조건에 따른 수평사위량에서 유의한 차이를 보였지만(p = 0.038), Bonferroni 사

Table 3. Distance lateral phoria when dissociating prisms are placed in front of the eye with vertical phoria groups

Dissociating prism (BU, Δ)	Distance lateral phoria		
	In hypophoria <sup>‡</sup> (N = 10)	In hyperphoria <sup>‡</sup> (N = 14)	In orthophoria (N = 16)
6	-2.90±2.51	-3.60±2.84	-3.15±2.27
8	-2.27±2.38	-3.41±3.46	-2.77±2.54
10	-1.97±2.75	-2.69±3.54	-2.31±2.61
F, p-value <sup>†</sup>	F(2,18) = 3.205, p = 0.080	F(2,26) = 3.775, p = 0.038 (ns) <sup>§</sup>	F(2,30) = 5.414, p = 0.059

<sup>†</sup>p-values for one-way repeated measures ANOVA with Bonferroni post-hoc tests.

<sup>‡</sup>Standard for vertical phoria is left eye.

<sup>§</sup>No significant with Bonferroni post-hoc tests.

후검정에서 분리 프리즘 간의 차이는 나타나지 않았다. 좌안 하사위, 좌안 상사위, 정위 모두 분리 프리즘의 양이 증가할수록 수평사위량의 평균값이 감소하였다. 원거리에서 수평사위량의 평균값은 좌안 상사위일 때 가장 컸고 그다음으로 정위, 좌안 하사위로 나타났다. 이 연구에서 von Graefe검사는 분리 프리즘을 좌안 BU으로 가입하게 되면, 좌안 하사위는 수직사위량을 보정하는 효과를 보여 정위나 좌안 상사위와 비교하여 수평사위량의 평균값이 적은 것으로 판단된다. 한편 좌안 상사위에 분리 프리즘 BU을 가입하면, 좌안에 수직사위량을 더 증가시켜 정위나 좌안 하사위에 비해 수평사위량의 평균값이 큰 것으로 판단된다. 이러한 결과들은 London과 Wick<sup>[14]</sup>이 주장한 수직편위를 교정하면 수평편위량이 감소하는 것과 Percival<sup>[21]</sup>이 수평사위와 수직사위는 잠재적 상호작용을 하므로 수직사위를 교정하기 전에 수평사위를 측정해야 한다는 것을 적용해보면 부분적으로 해석이 가능하다.

근거리에서의 3가지 조건에 따른 수평사위량의 결과는 Table 4와 같다. 원거리에서 좌안 상사위에 BU 분리 프리즘을 가입한 경우 외사위 변동량이 0.19~0.91 Δ이었으나 좌안 하사위와 정위에서의 외사위 변동량은 각각 0.30~0.93 Δ과 0.38~0.84 Δ으로 나타났다. 근거리에서의 3가지 조건에 따른 수평사위량은 반복측정 분산 분석에서 유의한 차이를 보이지 않지만(하사위, p = 0.468; 상사위, p = 0.702; 정위, p = 0.821) 좌안 상사위를 제외한 좌안 하사위와 정위는 분리 프리즘의 양이 증가할수록 수평사위량의 평균값이 감소하였다. 근거리에서 수평사위량의 평균값 또한 좌안 상사위가 가장 컸고, 그다음으로 정위, 좌안 하사위로 나타났다. 이것은 앞서 설명한 것처럼 좌안의 BU 분리 프리즘이 수직사위에 영향을 주어 좌안 상사위에서는 수평사위량의 평균값이 증가하고, 좌안 하사위에서는 수평사위량의 평균값이 감소하는 것으로 판단된다.

Table 3, 4를 분석한 결과, von Graefe검사서 미교정된

Table 4. Near lateral phoria when dissociating prisms are placed in front of the eye with vertical phoria groups

Dissociating prism (BU, Δ)	Near lateral phoria		
	In hypophoria <sup>‡</sup> (N = 10)	In hyperphoria <sup>‡</sup> (N = 17)	In orthophoria (N = 13)
6	-4.07±4.73	-8.29±4.73	-6.67±4.13
8	-3.53±3.89	-8.82±5.61	-6.49±4.46
10	-3.33±3.51	-8.49±5.57	-6.46±4.80
F, p-value <sup>†</sup>	F(2,18) = 0.745, p = 0.468	F(2,32) = 0.314, p = 0.702	F(2,24) = 0.128, p = 0.821

<sup>†</sup>p-values for repeated measures ANOVA.

<sup>‡</sup>Standard for vertical phoria is left eye.

수직사위가 있을 경우 분리 프리즘인 좌안의 BU이 수평사위량에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 대체적으로 분리 프리즘의 양이 증가할수록 수평사위량은 적게 측정되었다. 따라서 von Graefe검사로 수평사위를 검출할 때 피검자가 수직사위가 있는 경우, 수직사위를 보정하고 수평사위를 측정하는 것이 검사의 신뢰도를 높이는 데 도움이 될 것으로 본다.

3. 회선사위별 분리 프리즘 조건에 따른 수평사위도 변화

회선사위는 double Maddox rod검사를 실시하여 분류하였다. 원거리에서 회선사위가 있는 그룹은 15명이었으며 이들 중 수직사위는 11명으로 수직사위량의 평균값은 -0.45±1.63 Δ이었다. 원거리에서 회선사위가 없는 그룹은 25명이었으며 이들 중 수직사위는 13명으로 수직사위량의 평균값은 0.85±2.03 Δ이었다. 근거리에서 회선사위가 있는 그룹은 20명이었으며 이들 중 수직사위는 13명으로 수직사위량의 평균값은 1.00±1.91 Δ이었다. 근거리에서 회선사위가 없는 그룹은 20명이었으며 이들 중 수직사위는 15명으로 수직사위량의 평균값은 0.87±1.96 Δ이었다. 회선사위별 분리 프리즘 조건(6, 8, 10 Δ BU)에 따른 수평

Table 5. Distance lateral phoria when dissociating prisms are placed in front of the eye with cyclophoria groups

Dissociating prism (BU, Δ)	Distance lateral phoria	
	In cyclophoria (N = 15)	In non-cyclophoria (N = 25)
6	-2.73±1.81 <sup>a</sup>	-3.55±2.81 <sup>a</sup>
8	-2.40±2.07 <sup>b</sup>	-3.15±3.20 <sup>b</sup>
10	-1.71±1.86 <sup>c</sup>	-2.75±3.40 <sup>c</sup>
F, p-value <sup>†</sup>	F(2,28) = 9.797, p = 0.001 (a>c, p = 0.006) (b>c, p = 0.039)	F(2,48) = 4.942, p = 0.014 (a>c, p = 0.037)

<sup>†</sup>p-values for repeated measures ANOVA with Bonferroni *post-hoc* tests.

Table 6. Near lateral phoria when dissociating prisms are placed in front of the eye with cyclophoria groups

Dissociating prism (BU, Δ)	Near lateral phoria	
	In cyclophoria (N = 20)	In non-cyclophoria (N = 20)
6	-5.47±3.97	-7.95±5.21
8	-5.93±5.46	-7.55±4.95
10	-5.90±5.23	-7.18±5.21
F, p-value <sup>†</sup>	F(2,58) = 0.402, p = 0.639	F(2,58) = 1.896, p = 0.173

<sup>†</sup>p-values for repeated measures ANOVA.

사위도를 분석한 결과는 Table 5, 6과 같다.

원거리에서 회선사위가 있는 그룹은 6 Δ BU 조건일 때 수평사위량의 평균값이 2.73 Δ로 가장 높았고, 10 Δ BU일 때 1.71 Δ로 가장 낮았다. 반복측정 분산분석에서 유의한 차이를 보였으며( $p=0.001$ ), 가입되는 분리 프리즘량이 증가할수록 수평사위량의 평균값이 감소하였다. 원거리에서 회선사위가 없는 그룹은 6 Δ BU 조건일 때 수평사위량의 평균값이 3.55 Δ로 가장 높았고, 10 Δ BU일 때 2.75 Δ로 가장 낮았다. 반복측정 분산분석에서 유의한 차이를 보였으며( $p=0.014$ ), 가입되는 분리 프리즘량이 증가할수록 수평사위량의 평균값이 줄어드는 경향을 보였다. 또한, 원거리와 근거리 모두 회선사위가 없는 그룹이 회선사위가 있는 그룹보다 수평사위량의 평균값이 높았다. 회선사위가 있는 그룹과 없는 그룹의 사위 변동량은 각각 0.33~1.02 Δ과 0.40~0.80 Δ로 근거리보다 변동의 폭이 컸다.

근거리에서 회선사위가 있는 그룹의 수평사위량의 평균값은 분리 프리즘량이 10 Δ BU일 때 5.90 Δ로 가장 크게 측정되었고, 6 Δ BU일 때, 5.47 Δ로 가장 낮게 측정되었다. 변동의 폭은 0.03 ~ 0.46 Δ이었으며 반복측정 분산분석에서 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.639$ ). 근거리에서 회선사위가 없는 그룹의 수평사위량의 평균값은 10 Δ BU일 때, 7.18 Δ로 가장 낮게 측정되었고, 6 Δ BU일 때, 7.95 Δ로 가장 높게 측정되었다. 변동의 폭은 0.37 ~ 0.77 Δ이었으며 유의한 차이를 나타내지 않았다( $p=0.173$ ).

회선사위에 대한 이전의 연구<sup>[22,23]</sup>에서 회선의 원인은 정확히 알려지지 않았으나 수평 동향운동을 할 때는 회선사위의 양이 변하지 않고, 모음이나 올릴 때 외회선사위의 양이 증가하고, 내림에서는 외회선사위의 양이 감소한다고 하였다. 이를 근거로 수평사위량의 변화를 분석해 보면, 좌안에 분리 프리즘 6 Δ BU이 가입된 회선사위의 경우 하직근 작용으로 모음과 외회선이 일어나 외사위가 감소하는 효과가 나타나며, 회선사위가 없는 경우는 이러한 효과가 낮아 외사위도가 큰 것으로 설명이 가능하다.<sup>[14]</sup> 이러한 해석에 대한 확실한 검증을 위해서는 회선사위의 유형 및 양에 따른 수평사위의 변화에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

한편, 수평사위의 영향은 수직사위와 회선사위 요인을 고려하지 않더라도 원거리와 근거리의 수평사위의 평균값과 표준편차는 원거리보다 근거리에서 더 컸다. 이러한 결과는 von Graefe검사서 원거리 수평사위검사보다 근거리 수평사위검사가 신뢰성이 낮고 변동성이 큰 것으로 본다. 따라서 von Graefe검사로 근거리 수평사위검사를 시행할 때 검사의 신뢰도를 높이는 방법은 분리 프리즘의 위

치를 하사위 쪽에 두고, 가림과 벗김 동작을 반복하는 플래시 노출(flashed presentation)<sup>[6,24]</sup>을 시행하거나, 피검자에게 손으로 근용 시표를 잡게 하여 시표의 위치를 쉽게 파악하게 하거나,<sup>[24]</sup> 시험테를 사용하여 자연스러운 상태에서 주변융합자극을 유도하여 근접성조절을 최소한으로 배제하는 것이다.<sup>[25]</sup>

본 연구의 결과를 종합해 볼 때, von Graefe검사서 수평사위의 측정 신뢰도를 높이기 위해서는 수직사위나 회선사위가 있는 경우 분리 프리즘이 수직사위를 교정하는 방향으로 가입하거나 수직사위를 먼저 교정한 후에 수평사위를 평가하는 것이 유용할 것으로 판단된다.

## 결론

Von Graefe검사서 의한 수평사위검사는 0, 2, 4 Δ BU 분리 프리즘 조건에서 상이 분리되지 않고 융합되는 비율이 높아 분리 프리즘으로서 역할을 다하지 못했고, 6 Δ BU 이상의 분리 프리즘에서 상의 분리가 모두 일어났다.

6 Δ BU 이상의 분리 프리즘에서 그 양에 따른 수평사위 변화는 근거리 수평사위 측정에서 세팅 조건별 차이가 나지 않았고, 원거리 수평사위 검사에서 유의한 차이를 보였다. 또한 분리 프리즘이 클수록 상의 상하 분리는 용이하였으나 분리된 상이 상하로 일치되는 시점을 피검자가 판단하기가 어려웠고, 외안근 작용을 유발시켜 수평사위 측정값에 영향을 주었다. 따라서 수평사위 측정 시 분리 프리즘의 양은 외안근 작용을 최소화하고, 분리된 상이 상하로 일치되는 시점을 피검자가 쉽게 인식할 수 있는 최소한의 분리 프리즘인 6 Δ BU이 효율적인 것으로 본다.

수직사위나 회선사위가 있는 경우 근거리에서 분리 프리즘 양에 따른 수평사위의 영향은 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 원거리에서 수직사위가 있는 경우 수평사위 측정 시 보정효과가 없는 방향의 분리 프리즘은 수평사위에 영향이 더 크며, 보정 효과가 있는 방향의 분리 프리즘은 수평사위에 영향이 적은 것으로 나타났다. 원거리에서 회선사위가 있는 경우는 회선사위가 없는 경우보다 분리 프리즘 양에 따른 수평사위 영향은 유의한 변화를 보여 분리프리즘이 수직사위를 보정하는 효과가 작동되는 것으로 본다. 따라서 von Graefe검사의 측정 신뢰도를 높일 수 있는 방법으로 수직사위나 회선사위가 있는 경우 BU 분리 프리즘을 하사위 눈 쪽에 가입하거나 수직사위를 보정한 후 분리 프리즘을 세팅하는 것이 바람직할 것이다.

## REFERENCES

- [1] Lee KB, Jeon SW, Lee HJ, Lee SH, Park WB, Mah KC et

- al. The comparative analysis of various distance phoria tests. *Korean J Vis Sci.* 2007;9(1):115-125.
- [2] Lee KS, Jung MB, Kim TH, Sung AY. A study on the measurement and tendency of horizontal heterophoria using von Graefe method. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2006;11(2):151-157.
- [3] Wong EP, Fricke TR, Dinardo C. Interexaminer repeatability of a new, modified prentice card compared with established phoria tests. *Optom Vis Sci.* 2002;79(6):370-375.
- [4] Schroeder TL, Rainey BB, Goss DA, Grosvenor TP. Reliability of and comparisons among methods of measuring dissociated phoria. *Optom Vis Sci.* 1996;73(6):389-397.
- [5] Rainey BB, Schroeder TL, Goss DA, Grosvenor TP. Reliability of and comparisons among three variations of the alternating cover test. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1998;18(5):430-437.
- [6] Rainey BB, Schroeder TL, Goss DA, Grosvenor TP. Interexaminer repeatability of heterophoria tests. *Optom Vis Sci.* 1998;75(10):719-726.
- [7] Goss DA, Moyer BJ, Teske MC. A comparison of dissociated phoria test findings with von Graefe phorometry and modified Thorington testing. *J Behav Optom.* 2008;19(6):145-149.
- [8] Maples WC, Savoy RS, Harville BJ, Golden LR, Hoenes R. Comparison of distance and near heterophoria by two clinical methods. *Optom Vis Dev.* 2009;40(2):100-106.
- [9] Elliott DB. *Clinical procedures in primary eye care*, 3rd Ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2007;176-178.
- [10] Goss DA, Reynolds JL, Todd RE. Comparison of four dissociated phoria tests: reliability and correlation with symptom survey scores. *J Behav Optom.* 2010;21(4):99-104.
- [11] Yu DS, Ha EM. Comparisons of phoria test among prism settings of von Graefe technique. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2015;20(2):211-218
- [12] Richardson GA, Firth AY. The effect of induced vertical divergence on horizontal fusional amplitudes. *Br Ir Orthopt J.* 2009;6(1):71-74.
- [13] Gartenberg R. Importance of correcting vertical deviations. *Br Orthopt J.* 1959;16:119-122.
- [14] London RF, Wick B. Vertical fixation disparity correction: effect on the horizontal forced-vergence fixation disparity curve. *Am J Optom Physiol Opt.* 1987;64(9):653-656.
- [15] Shim HS, Shim MS, Joo SH. A study of accommodative response on emmetropia. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2006;11(3):187-192.
- [16] Grosvenor T. *Primary care optometry*, 4th Ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 2001;275-278.
- [17] Rowe F. *Clinical orthoptics*, 2nd Ed. Blackwell: Blackwell publishing, 2004;5-10.
- [18] Boman DK, Kertesz AE. Interaction between horizontal and vertical fusional responses. *Percept Psychophys.* 1983;33(6):565-570.
- [19] Hara N, Steffen H, Roberts DC, Zee DS. Effect of horizontal vergence on the motor and sensory components of vertical fusion. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1998;39(12):2268-2276.
- [20] Bharadwaj SR, Hoenig MP, Sivaramakrishnan VC, Karthikeyan B, Simonian D, Mau K et al. Variation of binocular vertical fusion amplitude with convergence. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48(4):1592-1600.
- [21] Percival AS. *The prescribing of spectacles*, 3rd Ed. Bristol: John Wright & Sons, 1928;125.
- [22] Allen MJ. The dependence of cyclophoria on convergence, elevation and the system of axes. *Am J Optom Arch Am Acad Optom.* 1954;31(6):297-307.
- [23] Scheiman M, Wick B. *Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*, 4th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014;390.
- [24] Benjamin WJ. *Borish's clinical refraction*, 2nd Ed. St. Louis: Butterworth-Heinemann, 2006;903.
- [25] Casillas Casillas E, Rosenfield M. Comparison of subjective heterophoria testing with a phoropter and trial frame. *Optom Vis Sci.* 2006;83(4):237-241.

## Von Graefe검사에서 분리 프리즘이 수평사위에 미치는 영향

오광근, 조현국, 문병연, 김상엽, 유동식\*

강원대학교 안경광학과, 삼척 25949

투고일(2017년 4월 29일), 수정일(2017년 6월 6일), 게재확정일(2017년 6월 15일)

**목적:** Von Graefe검사에서 분리 프리즘량이 수평사위에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. **방법:** 40명을 대상 (평균 연령  $22.10 \pm 2.24$ )으로 각각 굴절검사와 사위검사를 하였다. Von Graefe법을 이용한 수평사위는 우안 앞에  $12 \Delta$  base-in (BI)의 측정 프리즘을 가입하고 좌안 앞에 0, 2, 4, 6, 8, 10  $\Delta$  base-up (BU)의 분리 프리즘 각각을 무작위 순서로 가입하여 수평사위를 측정하였다. 분리 프리즘의 영향은 수직사위와 회선사위에 따라 분석하였다. **결과:** 원거리와 근거리의 수평사위검사에서 타깃을 분리하는데 필요한 분리 프리즘 양은  $6 \Delta$  BU 이상이었다. 6, 8, 10  $\Delta$ 의 분리 프리즘을 각각 가입하여 측정된 수평사위량은 원거리에서 분리 프리즘의 양이 증가할수록 유의하게 감소하였나 ( $0.37 \sim 0.88 \Delta$  외사위의 감소,  $p < 0.001$ ), 근거리에서는 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $p = 0.793$ ). 원거리에서 좌안 상사위 그룹의 수평사위량은 분리 프리즘의 양이 증가할수록 감소하였으나 ( $0.19 \sim 0.91 \Delta$  외사위의 감소,  $p = 0.038$ ), 원거리의 좌안 하사위와 정위 그룹, 그리고 근거리의 모든 그룹들에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 회선사위와 회선사위가 없는 그룹에서 원거리 수평사위량은 분리 프리즘의 양이 증가할수록 감소하였으나 ( $0.33 \sim 1.02 \Delta$  외사위량 감소,  $p = 0.001$ ;  $0.40 \sim 0.80 \Delta$  외사위의 감소,  $p = 0.014$ ), 근거리의 모든 그룹에서 유의한 변화를 보이지 않았다. **결론:** Von Graefe 검사에서 분리 프리즘의 양은 원거리 수평사위량에 영향을 주는 것으로 나타났고, 이러한 효과는 분리 프리즘이 상사위 또는 회선사위를 가진 눈에 위치할 경우 더욱더 잘 드러났다. 수직사위나 회선사위가 있는 경우 수평사위량은 분리 프리즘의 위치에 따라 다를 수 있을 것이다. 따라서 von Graefe검사의 신뢰도를 향상하기 위해서는 하사위를 가진 눈 앞에 BU의 분리 프리즘을 가입하거나, 수평사위를 측정하기 전에 수직사위를 보정해야 할 것이다.

**주제어:** 사위, 수평사위, 수직사위, 회선사위, 분리 프리즘, 본그래페, 외사위