



## The Effect of Dissociating Prism on Lateral Phoria in Von Graefe and Howell Phoria Card 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 30, 2018; Revised June 1, 2018; Accepted June 11, 2018)

**Purpose:** To evaluate the influence of lateral phoria in the von Graefe test and Howell phoria card test according to the amount of dissociating prism. **Methods:** Thirty subjects (mean age 23.83±3.16 years) underwent subjective refraction test and phoria test using dissociating prism. The von Graefe test was performed in a random order by placing a 12 Δ base-in (BI) measuring prism in front of the right eye and 6, 8, 10 Δ base-up (BU) dissociating prism in front of the left eye respectively. The Howell phoria card test was performed in a random order with the Howell phoria card and 6, 8 and 10 Δ BU in front of the left eye, respectively. Also, the influence of the dissociating prism on the lateral phoria was analyzed according to the vertical phoria. **Results:** The lateral phoria measured with 6, 8, 10 Δ dissociating prism respectively was significantly decreased with increasing the dissociating prism in the von Graefe test at distance (decrease in exophoria,  $p < 0.001$ ). There was no significant difference in the von Graefe test at near ( $p = 0.290$ ). In the Howell phoria card test, there were no significant differences in distance and near lateral phoria (distance  $p = 0.841$ , near  $p = 0.190$ ). As a result of analyzing by vertical phoria type, there was no significant difference in all test. But there was significant difference between left hyperphoria and hypophoria group ( $p = 0.013$  at distance,  $p = 0.010$  at near) in von Graefe test. **Conclusions:** The amount of dissociating prism has an influence on only the von Graefe test at distance, and the position of dissociating prism affects lateral phoria when there is vertical phoria. Therefore, It is recommended that the von Graefe test for the lateral phoria is carried out after correcting vertical phoria to improve the reliability, or placing the dissociating prism in front of the eyes with vertical phoria. This study also suggests that the Howell phoria card test may place a dissociating prism regardless of the type of vertical phoria.

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

### 서 론

사위(heterophoria)는 양안시(binocular vision) 상태에서 융합 자극이 제거될 경우 나타나는 눈의 편위된 상태를 말한다.<sup>[1]</sup> 사위량을 측정하는 방법으로는 프리즘 교대가림 검사, von Graefe검사, Howell phoria card검사, MKH(Mess- und Korrektionsmethodik nach H-J Haases)편광검사, Maddox rod검사, 대약시경검사, Thorington검사와 수정된 Thorington 검사 등 여러 검사들이 있다.<sup>[2-4]</sup> 대부분의 사위검사는 양안의 융합 자극을 제거시키기 위해 한쪽 눈을 가리거나, 양안의 상을 다른 모양으로 만들거나, 프리즘을 이용하여 양안의 상을 분리시켜 사위량을 측정한다.<sup>[5]</sup> 이러한 사위 검사 중에서 프리즘을 이용한 검사에는 대표적으로 von Graefe검사와 Howell phoria card검사가 있다.

Von Graefe검사는 수평사위를 측정할 때, 한쪽 눈앞에 측정 프리즘(measuring prism)인 12 Δ BI (base-in)을 이용하고, 반대쪽 눈앞에는 양안의 상을 분리시켜 융합을 제거시키기 위한 6 Δ BU (base-up)의 분리 프리즘(dissociating prism)을 이용한다.<sup>[6]</sup> Von Graefe검사는 굴절검사 후 즉각적으로 사위검사를 할 수 있는 장점이 있지만,<sup>[7-9]</sup> 다른 사위검사 방법들에 비해 측정값의 신뢰도와 반복성이 낮고, 변동성이 크며,<sup>[10-13]</sup> 외사위량이 더 많이 측정되는 방법이라고 보고되었다.<sup>[6]</sup> Howell phoria card검사 또한 융합을 제거시키기 위해 대상자에게 Howell phoria card를 주시하게 한 후, 한쪽 눈앞에 6 Δ BD (base-down)의 분리 프리즘을 가입하여 사위량을 측정하며,<sup>[6]</sup> Casillas 등<sup>[14]</sup>의 연구에서 측정값의 반복성이 좋은 것으로 보고되었다.

Von Graefe검사와 Howell phoria card검사는 융합을 제

\*Corresponding author: Dong-Sik Yu, TEL: +82-33-540-3415, E-mail: yds@kangwon.ac.kr  
본 논문의 일부 내용은 2017년도 한국안광학회 동계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

거하기 위해 분리 프리즘을 이용하지만, 가입되는 분리 프리즘이 수평사위에 영향을 줄 것으로 예측되는 여러 선행 연구들이 있다. Richardson<sup>[15]</sup>은 양안의 수직편위량이 증가할 경우 수평융합버전스의 폭이 감소한다고 보고하였고, Gartenberg<sup>[16]</sup>는 수평사위와 수직사위가 동시에 존재할 때, 수직사위를 먼저 교정하면 수평사위의 양이 감소하고 수평융합버전스의 폭이 증가한다고 보고하였다. London과 Wick<sup>[17]</sup>은 수직사위를 교정한 후에 수평사위를 측정할 것을 주장하였다. 이러한 선행연구를 보면 분리 프리즘이 수평사위에 영향을 미칠 것으로 판단되고, 피검자가 수직사위가 있을 경우에는 더욱더 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서 본 연구의 목적은 대표적으로 프리즘을 가입하는 사위검사인 von Graefe검사와 Howell phoria card검사에서 분리 프리즘이 수평사위량에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고 수직사위가 있는 경우에도 분리 프리즘이 수평사위량에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

본 연구의 취지에 동의한 평균 연령 23.83±3.16세의 성인 30명(남 13, 여 17)을 대상으로 연구를 하였다. 문진을 통하여, 안과적 과거력, 눈 수술 경험의 유무, 약물 복용 경험이 없음을 확인하였고, 사시 및 양안시 기능 이상을 가진 대상자들은 연구에서 제외하였다. 또한, 양안균형검사를 포함하는 자각적 굴절검사를 실시하였고 최대교정시력이 모두 1.0 이상을 대상으로 하였다. 대상자들의 평균 등가구면 굴절력은 -3.13±2.43 D이었고, 굴절이상의 분포는 정시(등가구면굴절력이 ±0.50 D이하를 기준)<sup>[18]</sup>는 9안(15.0%), 근시 18안(30.0%), 원시 1안(1.7%), 근시성난시 32안(53.3%)이었다.

### 2. 연구 방법

30명을 대상으로 수동 포롭터(Phoropter 11625B, Reichert, USA)를 이용하여 자각적굴절검사를 통해 굴절이상을 교정한 후, von Graefe검사와 Howell phoria card검사를 실시하였다. 일반적으로 von Graefe검사는 한쪽 눈앞에 측정 프리즘 12 Δ B.I, 그리고 반대쪽 눈앞에 분리 프리즘 6 Δ BU를 가입하고 Howell phoria card검사는 한쪽 눈앞에 6 Δ BD를 가입하지만,<sup>[6]</sup> 본 연구에서는 6, 8, 10 Δ BU의 분리 프리즘을 좌안에 각각 가입한 후, 원거리와 근거리에서 수평사위검사를 실시하였다. Oh 등<sup>[9]</sup>의 연구에서 융합을 제거시키는 최소 분리 프리즘의 양은 6 Δ로 확인되어 본 연구에서는 6 Δ 이하의 분리 프리즘은 가입하지 않았다. 분리 프리즘의 양은 무작위 순서로 가입하였고, 각

각의 검사는 3가지의 조건(6, 8, 10 Δ BU)을 원거리와 근거리에서 각각 3회씩 측정하였다.

Von Graefe검사는 분리 프리즘을 가입하여 방향의 0.7 시표를 상하로 나눠 아래 시표를 주시하게 한 후 2 Δ/sec 속도로 측정 프리즘을 변화시켜 위 시표와 수직으로 일치되는 시점을 수평사위의 양으로 기록하였고, Howell phoria card검사는 분리 프리즘을 가입하여 Howell phoria card를 상하로 나눈 후 위의 시표의 화살표가 아래 시표의 숫자를 가리키는 지점을 수평사위의 양으로 기록하였으며, 오른쪽을 가리키면 외사위, 왼쪽을 가리키면 내사위로 기록하였다. 검사값의 오차를 최소화하기 위해 분리 프리즘의 양을 변화시킬 때마다 대상자들은 1분 동안 눈을 감고 휴식을 취하였으며, 원거리(5 m) 검사 후에, 근거리(40 cm) 검사를 실시하였다. 수직사위는 Moddox rod검사로 측정하였고 좌안기준으로 표기하였다.

### 3. 분석

데이터 분석과 통계는 SPSS for Windows(Ver19.0)를 사용하여 두 검사방법간의 평균 수평사위량을 분석할 때는 모수적 검정인 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 이용하였고, 수직사위의 유형에 따른 분석에는 피검자의 수가 적어 정규분포를 따르지 않기 때문에 비모수적 검정인 Kluskal-Wallis와 Mann-Whitney U를 실시하였다. 원활한 분석을 위해 내사위는 양의 부호, 외사위는 음의 부호로 표기하였고, 통계적인 유의성은 p<0.05로 판단하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 3가지 조건의 분리 프리즘 가입에 따른 수평사위량의 변화

Von Graefe검사에서 분리 프리즘의 3가지 조건(6, 8, 10 Δ BU)에 따른 원거리와 근거리의 수평사위는 Table 1과 같다. 원거리에서 수평사위량의 변화는 6 Δ BU에서 3.03±2.62 Δ 외사위, 8 Δ BU에서 2.18±2.85 Δ 외사위, 10 Δ BU에서는 1.49±3.01 Δ 외사위였으며, 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(p<0.001). 또한, 사후 검정(Bonferroni post-hoc)에서 분리 프리즘의 양이 증가할수록 외사위량이 감소하는 것으로 나타났다. 수평사위량의 평균값 차이는 6 Δ과 8 Δ는 0.85 Δ, 8 Δ과 10 Δ는 0.69 Δ으로 분리 프리즘의 양이 증가하면서 외사위가 감소하는 양은 줄어들었고, 6 Δ과 10 Δ는 1.51 Δ의 차이를 보였다. 평균값의 표준편차는 분리 프리즘의 양이 증가함에 따라 커지는 것으로 나타났고, 이것은 시표가 분리되는 양이 커져서 대상자가 분리된 두 시표가 일치하는 종료점을 판별하기 쉽지

Table 1. Lateral phoria measured using 6, 8, 10 Δ dissociating prisms in von Graefe test

Dissociating prism (BU, Δ)	Lateral phoria			F, p-value <sup>†</sup>
	6	8	10	
Distance	-3.03±2.62 <sup>a</sup>	-2.18±2.85 <sup>b</sup>	-1.49±3.01 <sup>c</sup>	F(2,58) = 19.16, p<0.001 (a>b, p<0.001) (b>c, p<0.001)
Near	-5.77±5.79	-5.76±6.01	-5.38±6.03	F(2,58) = 27.64, p = 0.290

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

Table 2. Lateral phoria measured using 6, 8, 10 Δ dissociating prisms in Howell phoria card test

Dissociating prism (BU, Δ)	Lateral phoria			F, p-value <sup>†</sup>
	6	8	10	
Distance	-0.59±2.51	-0.60±2.77	-0.69±2.67	F(2,58) = 1.78, p = 0.841
Near	-2.51±4.42	-3.16±4.97	-2.92±5.22	F(2,58) = 11.23, p = 0.190

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

않아 변동성이 증가로 인한 표준편차도 증가하는 것으로 판단된다.

근거리 von Graefe검사에서 각 조건별 수평사위량의 변화를 확인해 보면, 6 Δ BU에서 5.77±5.79 Δ 외사위, 8 Δ BU에서 5.76±6.01 Δ 외사위, 10 Δ BU에서는 5.38±6.03 Δ 외사위였으며, 분리 프리즘의 양이 증가하면서 외사위가 감소하는 경향은 보였으나, 통계적으로 유의한 변화는 나타내지 않았다(p = 0.290). 수평사위량의 평균값 차이는 6 Δ 과 8 Δ은 0.01 Δ, 8 Δ과 10 Δ은 0.38 Δ, 6 Δ과 10 Δ은 0.39 Δ으로 원거리에 비해 변동량이 적었으나, 원거리와 마찬가지로 분리 프리즘이 증가할수록 표준편차가 증가하였다.

이러한 결과들은 좌안에 BU의 분리 프리즘을 가입하면, 좌안의 아래곧은근(하직근)이 작용하고 아래곧은근의 주 작용인 눈 내림(하전)과 동시에 보조작용인 눈 모음(내전)이 발생되어 평균 외사위량이 감소하는 것으로 판단된다.<sup>[19,20]</sup> Boman 등<sup>[21]</sup>과 Hara 등<sup>[22]</sup>의 연구에서는 감각성 융합과 수직 융합 요구량이 증가하면, 수평융합반응 또한 증가한다고 보고하였다. 따라서 분리 프리즘에 의한 수직 복시는 수직 융합 요구를 증가시키고, 이로 인해 수평융합반응이 증가하여 외사위량이 줄어드는 것으로 판단된다.

Howell phoria card검사 분리 프리즘의 3가지 조건(6, 8, 10 Δ BU)에 따른 원거리와 근거리의 수평사위는 Table 2와 같다. 원거리에서 수평사위량의 변화는 6 Δ BU에서 0.59±2.51 Δ 외사위, 8 Δ BU에서 0.60±2.77 Δ 외사위, 10 Δ BU에서는 0.69±2.67 Δ 외사위였으며, 통계적으로 유의한 변화는 보이지 않았다(p = 0.841). 수평사위량의 평균값 차이는 6 Δ과 8 Δ은 0.01 Δ, 8 Δ과 10 Δ은 0.09 Δ, 6 Δ과 10 Δ은 0.10 Δ이었다. 근거리에서 수평사위량의 변화는

6 Δ BU에서 2.51±4.42 Δ 외사위, 8 Δ BU에서 3.16±4.97 Δ 외사위, 10 Δ BU에서는 2.92±5.22 Δ 외사위였고, 통계적으로 유의한 변화는 보이지 않았다(p = 0.190). 수평사위량의 평균값 차이는 6 Δ과 8 Δ은 0.65 Δ, 8 Δ과 10 Δ은 0.24 Δ, 6 Δ과 10 Δ은 0.41 Δ이었다.

원거리와 근거리 모두에서 Howell phoria card검사는 von Graefe검사에 비해 수평사위량의 변화량이 적었다. Von Graefe검사와 Howell phoria card검사는 분리 프리즘을 사용하는 같은 프리즘 분리법이지만, 두 검사의 가장 큰 차이는 검사환경이다. Von Graefe검사는 포롭터를 이용하여 검사를 실시하고, Howell phoria card검사는 시험테(trial-frame)를 이용하여 자유공간에서 검사를 실시한다. 이 두 프리즘 분리법을 비교한 선행연구<sup>[6]</sup>에서 von Graefe검사가 Howell phoria card검사보다 외사위량이 좀 더 많이 검출되는 것으로 보고되었는데, 이는 망막에서부터 대뇌 후두엽 시피질로 연결되는 시각경로의 P(parvocellular)경로와 M(magnocellular)경로에 의해 발생하는 결과라고 보고하였다.<sup>[23]</sup> P경로는 망막의 원뿔세포(cone cell)에서 시작되고 M경로는 막대세포(rod cell)에서 시작된다. P경로는 높은 공간 주파수와 낮은 대비에 민감하고 신경전달 속도가 느리며 색각시, 중심시를 담당하는 반면에, M경로는 낮은 공간 주파수와 높은 대비에 민감하고 신경전달 속도가 빠르며 운동시, 주변시를 담당한다.<sup>[24]</sup> 포롭터에서 검사를 실시하는 von Graefe검사보다 자유공간에서 검사를 실시하는 Howell phoria card검사가 M경로에 의해 주변시가 더 용이하고, 외부환경으로부터 정보를 많이 습득하여 수평 및 수직방향의 융합 작용이 더 활발하게 일어날 것이다.<sup>[6]</sup> 따라서 von Graefe검사보다 주변융합자극이 더 강한 Howell phoria card검사가 분리 프리즘에 의한 수

평사위량의 변화는 적고, 평균 외사위량도 적은 것으로 판단된다.

**2. Von Graefe검사에서 수직사위별 분리 프리즘이 수평사위에 미치는 영향**

Von Graefe검사에서 수직사위의 유형에 따른 분리 프리즘의 3가지 조건(6, 8, 10 Δ BU)이 원거리 수평사위에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 본 연구에서 모든 분리 프리즘은 좌안에 가입하였다. 따라서 수직사위는 좌안기준으로 표기하였다. 먼저, 원거리에서 좌안 하사위는 7명, 상사위는 9명, 정위는 14명이었고, 수직사위의 평균값은 하사위가 1.64±1.03 Δ, 상사위는 1.68±1.00 Δ이었다. 비록 모든 수직사위 유형에서 분리 프리즘의 증가에 따라 수평사위량의 변화는 유의한 차이를 보이지 않았지만(하사위 p=0.360, 상사위 p=0.574, 정위 p=0.133), 분리 프리즘의 양이 증가하면서 평균 수평사위량은 감소하는 경향을 보였다. 또한, 평균 수평사위량은 좌안 하사위 그룹에서 가장 적었고, 상사위 그룹에서 가장 컸다. 좌안 하사위 그룹과 상사위 그룹을 비교한 결과 평균 수평사위량이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(Mann-Whitney U test, p=0.013). Percival<sup>[25]</sup>은 수직사위와 수평사위는 상호작용을 하기 때문에 수평사위를 교정하기 전에 수직사위를 확인해야한다고 주장하였고, London과 Wick<sup>[17]</sup>은 수직사위

를 교정하면 수평사위량이 감소한다고 보고하였다. 또한, Oh 등<sup>[19]</sup>의 연구에서도 미교정된 수직사위에서 분리 프리즘이 수평사위에 영향을 미치는 것으로 나타났고, Yu 등<sup>[7]</sup>의 연구에서는 분리 프리즘의 위치에 따라 수평사위량이 다른 것으로 보고하였다. 선행연구 결과들을 반영해보면, 좌안에 분리 프리즘 BU를 가입하면, 좌안 하사위 그룹은 분리 프리즘이 하사위를 보정하여 수평사위량이 감소하게 되고, 이와 반대로 상사위 그룹은 분리 프리즘 BU이 수직사위량을 증가시켜 이와 함께 수평사위량도 증가된 것으로 판단된다.

Von Graefe검사에서 수직사위의 유형에 따른 분리 프리즘의 3가지 조건(6, 8, 10 Δ BU)이 근거리 수평사위에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 근거리에서는 좌안 하사위가 6명, 상사위가 15명, 정위는 8명이었고, 평균 수직사위량은 하사위가 1.20±0.42 Δ, 상사위는 2.00±1.39 Δ이었다. 근거리에서도 모든 수직사위 유형에서 분리 프리즘의 증가에 따른 수평사위량의 변화는 유의한 차이를 보이지 않았다(하사위 p=0.947, 상사위 p=0.779, 정위 p=0.941). 평균 수평사위량은 원거리와 마찬가지로, 하사위 그룹에서 가장 적었고, 상사위 그룹에서 가장 컸고, 두 그룹간의 평균 수평사위량은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Mann-Whitney U test, p=0.010). 이러한 결과는 원거리와 마찬가지로, 좌안에 가입되는 분리 프리즘 BU이 하사

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

Classification	Dissociating prism in left eye (BU, Δ)				
	6	8	10	N	p-value <sup>†</sup>
Hypophoria <sup>‡</sup>	-1.86±2.59	-1.00±2.71	-0.24±2.49	7	0.360
Hyperphoria <sup>‡</sup>	-3.93±2.54	-2.96±3.12	-2.48±3.28	9	0.574
Orthophoria	-3.05±2.64	-2.26±2.76	-1.48±3.03	14	0.133
p-value (Mann-Whitney U test)	Hypophoria vs. Hyperphoria p = 0.013				

<sup>†</sup>p-values for Kruskal-wallis.

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

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

Classification	Dissociating prism in left eye (BU, Δ)				
	6	8	10	N	p-value <sup>†</sup>
Hypophoria <sup>‡</sup>	-1.67±4.01	-2.11±4.16	-2.11±3.61	6	0.947
Hyperphoria <sup>‡</sup>	-6.11±5.87	-6.13±6.11	-5.44±6.01	8	0.779
Orthophoria	-7.92±6.16	-7.46±6.84	-7.33±7.36	15	0.941
p-value (Mann-Whitney U test)	Hypophoria vs. Hyperphoria p = 0.010				

<sup>†</sup>p-values for Kruskal-wallis.

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

Table 5. Distance lateral phoria when dissociating prisms are placed in front of the eye with vertical phoria groups in Howell phoria card test

Distance lateral phoria	Classification	Dissociating prism in left eye (BU, Δ)				p-value <sup>†</sup>
		6	8	10	N	
Distance lateral phoria	Hypophoria <sup>‡</sup>	-0.60±2.40	-0.71±2.56	-0.07±2.95	7	0.939
	Hyperphoria <sup>‡</sup>	-0.92±3.16	+0.26±3.67	-0.30±3.16	9	0.721
	Orthophoria	-0.91±2.22	-1.10±2.24	-1.26±2.25	14	0.816
p-value (Mann-Whitney U test)		Hypophoria vs. Hyperphoria p = 0.817				

<sup>†</sup>p-values for Kruskal-wallis.

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

Table 6. Near lateral phoria when dissociating prisms are placed in front of the eye with vertical phoria groups in Howell phoria card test

Near lateral phoria	Classification	Dissociating prism in left eye (BU, Δ)				p-value <sup>†</sup>
		6	8	10	N	
Near lateral phoria	Hypophoria <sup>‡</sup>	-0.83±2.30	-1.06±2.64	-1.56±2.38	6	0.822
	Hyperphoria <sup>‡</sup>	-1.71±3.05	-2.67±4.69	-1.96±5.21	8	0.880
	Orthophoria	-5.56±6.57	-5.79±6.40	-5.38±6.52	15	0.928
p-value (Mann-Whitney U test)		Hypophoria vs. Hyperphoria p = 0.885				

<sup>†</sup>p-values for Kruskal-wallis.

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

위 그룹에서는 교정효과를 나타내어 수평사위량이 감소되고, 상사위 그룹에서는 수직사위량을 증가시켜서 수평사위량 또한 증가되는 것으로 판단된다.<sup>[19,20]</sup>

### 3. Howell phoria card 검사에서 수직사위별 분리 프리즘이 수평사위에 미치는 영향

원거리 Howell phoria card 검사에서 수직사위의 유형에 따른 분리 프리즘의 3가지 조건(6, 8, 10 Δ BU)이 수평사위에 미치는 영향은 Table 5와 같다. 분리 프리즘의 증가에 따른 수평사위량의 변화는 유의한 차이를 나타내지 않았다(하사위 p = 0.939, 상사위 p = 0.721, 정위 p = 0.816). 또한, 하사위 그룹과 상사위 그룹간의 수평사위량의 차이도 통계적으로 유의하지 않았다(Mann-Whitney U test, p = 0.817). 근거리 Howell phoria card 검사에서 수직사위의 유형에 따른 분리 프리즘의 3가지 조건(6, 8, 10 Δ BU)이 수평사위에 미치는 영향은 Table 6과 같고, 분리 프리즘의 증가에 따른 수평사위량의 변화는 유의한 차이를 나타내지 않았다(하사위 p = 0.822, 상사위 p = 0.880, 정위 p = 0.928). 하사위 그룹과 상사위 그룹간의 수평사위량의 차이도 통계적으로 유의하지 않았다(Mann-Whitney U test, p = 0.885). 자유공간에서 검사를 시행하는 Howell

phoria card 검사는 M경로의 신경작용이 활발하게 작용되므로, 수평 및 수직 방향의 융합작용이 증가하게 된다.<sup>[6]</sup> 따라서 분리 프리즘으로 시표를 상하로 분리시켜도 강한 주변부 융합자극으로 인해 수평사위량의 변화량이 적은 것으로 판단된다.

Frantz 등<sup>[26]</sup>은 포롭터를 이용한 사위검사는 근접성버전스의 작용과 시야의 제한이 검사값에 영향을 줄 수 있다고 보고하였다. von Graefe 검사와 Howell phoria card 검사는 분리 프리즘으로 수평사위를 측정하는 유사한 검사이지만, 가장 큰 차이는 검사환경이다.<sup>[6]</sup> 포롭터에서 실시하는 von Graefe 검사는 자유환경에서 실시하는 Howell phoria card 검사보다 분리 프리즘이 수평사위량에 미치는 영향이 더 컸다. 또한, von Graefe 검사에서는 수직사위의 유형별 분리 프리즘의 가입에 따라 수평사위량의 차이를 나타내었지만, Howell phoria card 검사에서는 수평사위량의 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과를 보면, 분리 프리즘에 의한 수평사위량의 영향은 주변부 융합자극이 약한 von Graefe 검사에서만 영향을 미치고, 주변부 융합자극이 강한 Howell phoria card 검사에서는 영향이 덜 미치는 것으로 판단되나 본 연구에서 수직사위를 갖는 피검자의 수가 적어 연구에 어느 정도 제한점이 있는 것으로 생각된다. 따

라서, 추후 연구에서는 보완이 필요할 것으로 판단된다. 본 연구 결과를 종합해 보면, von Graefe검사를 이용하여 수평사위를 측정할 때, 하사위가 있는 눈앞에 분리 프리즘을 위치시키고, 수직사위를 교정한 후 수평사위를 측정하거나,<sup>[19]</sup> 시험테를 이용하여 주변부 융합자극을 유도<sup>[14]</sup>함으로써 검사값의 신뢰도를 높일 수 있을 것이다. 반면, Howell phoria card검사는 분리 프리즘이 수평사위에 미치는 영향이 적지만, 검사값의 신뢰도를 높이기 위해 수직사위를 교정한 후 수평사위를 측정하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

## 결 론

분리 프리즘의 증가에 따른 수평사위량은 원거리 von Graefe검사에서만 유의한 변화를 나타내었고, 분리 프리즘의 양이 증가하면서 평균 수평사위량이 감소하였다. 근거리 von Graefe검사와 원근거리 Howell phoria card검사에서 유의한 변화를 나타내지 않았다.

수직사위가 있는 경우 von Graefe검사에서 원거리와 근거리 모두 분리 프리즘의 증가에 따른 수평사위의 영향은 유의한 변화를 보이지 않았다. 원거리와 근거리에서 수평사위량의 크기는 분리 프리즘에 의해 상대적으로 보정효과를 받는 좌안 하사위 그룹에서 가장 적었고, 이와 반대로 보정효과를 받지 않는 상사위 그룹에서 가장 컸으며, 유의한 차이를 나타냈다. Howell phoria card검사에서 수직사위 유형별 분리 프리즘의 증가에 따른 수평사위의 영향은 원거리와 근거리 모두에서 유의한 변화를 보이지 않았으며, 좌안 하사위 그룹과 상사위 그룹간의 수평사위량의 크기도 유의한 차이를 나타내지 않았다.

따라서 프리즘 분리법을 이용한 사위검사에서 수직사위가 있을 경우, 수직사위를 보정한 후 수평사위를 측정하거나, 분리 프리즘 BU을 하사위 눈앞에 가입하는 것이 측정값의 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- [1] Grosvenor T, Theodore P. Primary care optometry, 4th Ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2001;85.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Grosvenor T, Theodore P. Primary care optometry, 4th Ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2001;275.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] Elliott DB. Clinical procedures in primary eye care, 3rd Ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2007;176-178.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Rainey BB, Schroeder TL, Goss DA, Grosvenor TP. Inter-examiner repeatability of heterophoria tests. *Optom Vis Sci.* 1998;75(10):719-726.
- [14] Casillas Casillas E, Rosenfield M. Comparison of subjective heterophoria testing with a phoropter and trial frame. *Optom Vis Sci.* 2006;83(4):237-241.
- [15] Richardson GA, Firth AY. The effect of induced vertical divergence on horizontal fusional amplitudes. *Br Ir Orthopt J.* 2009;6(1):71-74.
- [16] Gartenberg R. Importance of correcting vertical deviations. *Br Orthopt J.* 1959;16:119-122.
- [17] 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.
- [18] Shim HS, Shim MS, Joo SH. A study of accommodative response on emmetropia. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2006;11(3):187-192.
- [19] Oh KK, Cho HG, Moon BY, Kim SY, Yu DS. Influence of dissociating prism on lateral phoria in von Graefe test. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2017;22(2):167-173.
- [20] Rowe FJ. Clinical orthoptics, 2nd Ed. Oxford: Blackwell publishing, 2004;5-10.
- [21] Boman DK, Kertesz AE. Interaction between horizontal and vertical fusional responses. *Percept Psychophys.* 1983;33(6):565-570.
- [22] Hara N, Steffen H, Roberts DC, Zee DS. Effect of hori-

- zontal vergence on the motor and sensory components of vertical fusion. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1998;39(12):2268-2276.
- [23] Bassi CJ, Lehmkuhle S. Clinical implications of parallel visual pathways. J Am Optom Assoc. 1990;61(2):98-110.
- [24] Shapley R. Visual sensitivity and parallel retinocortical channels. Annu Rev Psychol. 1990;41(1):635-658.
- [25] Percival AS. The prescribing of spectacles, 3rd Ed. Bristol: John Wright & Sons, 1928;125.
- [26] Frantz KA, Scharre JE. Comparison of disparometer fixation disparity curves as measured with and without the phoropter. Optom Vis Sci. 1990;67(2):117-122.

## Von Graefe와 Howell 사위카드 검사에서 분리 프리즘이 수평사위에 미치는 영향

오광근, 조현국, 문병연, 김상엽, 유동식\*

강원대학교 안경광학과, 삼척 25949

투고일(2018년 4월 30일), 수정일(2018년 6월 1일), 게재확정일(2018년 6월 11일)

**목적:** Von Graefe검사와 Howell phoria card검사에서 분리 프리즘의 가입에 따른 수평사위량의 변화를 확인하고자 하였다. **방법:** 30명을 대상(평균 연령 23.83±3.16)으로 자각적 굴절검사와 분리 프리즘을 이용하는 사위검사를 하였다. Von Graefe검사는 우안 앞에 12 Δ base-in (BI)의 측정 프리즘을 가입하고 좌안 앞에 6, 8, 10 Δ base-up (BU)의 분리 프리즘을 각각 무작위 순서로 가입하여 수평사위를 측정하였고, Howell phoria card검사는 피검자에게 Howell phoria card를 주시하게 한 후, 좌안 앞에 6, 8, 10 Δ BU를 가입하여 상하로 분리시켜 수평사위를 측정하였다. 또한, 분리 프리즘이 수평사위에 미치는 영향은 수직사위에 따라 분석하였다. **결과:** 분리 프리즘을 6, 8, 10 Δ으로 각각 가입하여 측정된 수평사위량은 분리 프리즘의 양이 증가하면서 원거리 von Graefe검사에서는 외사위가 유의하게 감소하였나( $p < 0.001$ ), 근거리 von Graefe검사에서는 유의한 차이를 보이지 않았다( $p = 0.290$ ). Howell phoria card검사는 원거리와 근거리 모두 분리 프리즘의 증가에 따른 수평사위량의 변화는 유의한 차이를 나타내지 않았다(원거리  $p = 0.841$ , 근거리  $p = 0.190$ ). 수직사위의 유형별로 분석한 결과, 모든 검사에서 분리 프리즘의 양이 증가함에 따른 원거리와 근거리의 수평사위량 변화에는 유의한 차이가 없으나, von Graefe검사에서만 좌안 상사위 그룹과 하사위 그룹간의 수평사위량의 변화는 유의한 차이를 나타냈다(원거리  $p = 0.013$ , 근거리  $p = 0.010$ ). **결론:** 분리 프리즘의 양은 원거리 von Graefe검사에서만 수평사위량에 영향을 미치는 것으로 나타났고, 수직사위가 있을 경우 분리 프리즘의 위치에 따라 수평사위량에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 von Graefe검사에서 신뢰도의 향상을 위해 수직사위를 보정한 후 수평사위를 측정하거나, 하사위를 가진 눈앞에 분리 프리즘을 가입하는 것이 바람직할 것으로 판단되고, 또한 Howell phoria card검사는 수직사위의 유형에 상관없이 분리 프리즘을 가입하여도 될 것으로 판단된다.

**주제어:** 사위, 수평사위, 수직사위, 분리 프리즘, 폰 그래페, 하웰 사위카드, 외사위