

## Von Graefe법의 프리즘 세팅에 따른 사위검사의 비교

유동식\*, 하은미

경운대학교 안경광학과, 구미 730-739

투고일(2015년 4월 27일), 수정일(2015년 5월 14일), 게재확정일(2015년 5월 18일)

**목적:** 사위 측정에서 von Graefe법의 프리즘 세팅에 따른 차이를 비교하고자 하였다. **방법:** 건강한 38명(평균  $22.35 \pm 2.72$ 세)을 대상으로 문진, 가림검사 및 굴절검사를 실시하였다. Von Graefe법의 4가지 프리즘 세팅 즉, 우안과 좌안에 각각 base-in(BI)과 base-up(BU), BI과 base-down(BD), BU과 BI, BD과 BI으로 하여 무작위 순서로 사위를 측정하였다. **결과:** 수평과 수직사위 측정에서 4가지 프리즘 세팅별 차이는 근거리에서 유의한 차이를 보였으나 원거리에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 근거리 수평사위의 신뢰도는 좋았으나(ICC: 0.95) 근거리 수직사위의 신뢰도는 낮았다(ICC: 0.83). 각 프리즘 세팅 간의 대응비교, 95% 일치도 범위와 평균차이의 비교에서 근거리 사위검사의 경우 BU이 다른 프리즘 세팅보다 더 유용하였다. **결론:** 이러한 결과들은 von Graefe에 의한 사위검사는 특히 근거리 사위검사에서 BU 또는 BU을 포함하는 다른 세팅 방법을 병행하는 것이 유용한 방법임을 제시한다.

**주제어:** 사위, 폰 그래페, 프리즘 세팅, 신뢰도

### 서 론

사위검사는 양안시(binocular vision) 평가에서 기본적인 검사 항목으로 조절과 이항이상의 진단과 관리에 중요하다. 사위는 융합자극이 없을 때 두 눈이 주시점에서 편위된 상태를 말하며, 융합제거 상태에서 사위(dissociated phoria)의 방향과 크기를 각각적으로 측정하는 방법으로 Maddox rod법, Thorington법, 수정된 Thorington법, von Graefe법, Howell사위카드법 등 다양하다.<sup>[1-4]</sup> 이러한 측정법의 신뢰도와 유용성 평가는 다양한 측면에서 다루어 왔다.

사위 측정법에서 측정자 간의 반복성(repeatability)은 수정된 Thorington법이 높은 것으로 평가되었고,<sup>[5]</sup> Howell사위카드법 또한 반복성이 좋은 것으로 나타났다.<sup>[6]</sup> 이에 비해 von Graefe법은 반복성이 낮은 것으로 평가되었으며<sup>[4,5]</sup> 이와 같은 결과는 Lee 등<sup>[1]</sup>의 여러 가지 사위 측정법의 비교 분석에서도 동일한 경향을 보였다. 한편, 사위도 측정은 피검사자의 자세가 고정되거나 자유로운 상태(free space)를 유지하는 조건 즉, 포롭터 또는 시험테를 기반으로 측정이 가능하다. 이를 기반으로 한 사위 측정법의 비교에서 시험테를 이용할 경우 Maddox rod법 또는 Thorington법이 von Graefe법보다 더 신뢰성이 있는 것으로 평가되었다.<sup>[6]</sup> 또한 Goss 등<sup>[7]</sup>도 von Graefe법은 타 방법에 비해 변동성이 크고 신

뢰성이 낮은 것으로 평가되었다. 이와 같이 선행 연구에서 von Graefe법의 낮은 신뢰도 때문에 이 방법을 대처할 다양한 방법<sup>[8,9]</sup>들을 제시하고 있다.

그러나 von Graefe법은 여전히 널리 사용되고 친숙하며, 포롭터 상에서 추가 장비가 필요 없이 쉽게 사위를 검사할 수 있는 방법이다.<sup>[10]</sup> Von Graefe법은 포롭터를 이용하여 실시하는 굴절검사 이후 즉시 적용 가능한 방법이며, 이항운동, 상대조절력과 같은 양안시 평가에서 포롭터 기반으로 진행되는 여러 검사 과정의 연계성으로 인하여 임상에서 선호도가 높은 방법이다.<sup>[11]</sup> 또한, Maples 등<sup>[12]</sup>은 사위도 기준으로 폭주과다와 폭주부족과 같은 양안시 이상의 진단에 Howell사위카드법보다 von Graefe법을 사용하도록 제안할 만큼 유용한 방법이다.

Von Graefe법은 분리 프리즘(dissociating prism)으로 두 눈의 망막상이 융합되지 않도록 분리시켜 놓고 측정 프리즘(measuring prism)으로 두 상이 일렬로 배열시키는 데 필요한 프리즘 양으로 측정한다. 이 방법은 측정자에 따라 프리즘 세팅을 다양하게 할 수 있으나 좌우안의 신경자극이 양안에 대칭적으로 작용하는 헤링의 법칙(Hering's law of equal innervation)<sup>[13]</sup>의 기준으로 볼 때 프리즘 세팅 차이에 따른 사위도 변화를 고려할 필요는 없을 것이다. 그러나 이항운동이 양 눈에 비대칭적으로 일어난다는

\*Corresponding author: Dong-Sik Yu, TEL: +82-54-479-1333, E-mail: yds@ikw.ac.kr

본 논문의 일부내용은 2009년도 12월 대한시각학회의 Korean Optometry Conference에서 포스터로 발표되었고, 대상자를 사위로 한정하여 데이터를 보강하고 재해석한 논문임

Enright 연구<sup>[14]</sup>를 고려할 때 von Graefe법의 사위검사에서 프리즘 세팅에 따른 변화를 평가할 필요가 있는 것으로 판단되나 아직까지 이에 대한 연구는 확인되지 않았다. 또한, 이 방법은 임상실무에서 안위 평가에 활용도가 높고 프리즘 세팅이 다양하게 주어지고 있어 세팅에 따른 평가가 필요하다고 판단하였다. 따라서 본 연구는 우안과 좌안에 각각 base-in(BI)과 base-up(BU),<sup>[15]</sup> BI과 base-down(BD),<sup>[15]</sup> BU과 BI,<sup>[16]</sup> BD과 BI<sup>[17]</sup>으로 프리즘 세팅하여 이에 따른 사위검사를 비교하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

본 연구의 취지와 참여에 동의하는 20대 대학생을 대상으로 원거리 교정시력 0.8 이상, 사시나 약시, 안질환과 눈 수술경험이 없으며, 원거리나 근거리의 가림검사에서 사위로 판단되는 38명(평균 22.35±2.72세, 남자 24, 여자 14명)을 대상으로 하였다. 대상자의 굴절이상 분포는 정시 10안(13.2%), 근시 12안(15.8%) 근시성난시 54안(71.0%)이었으며, 교정굴절력 분포는 평균등가구면굴절력으로 -3.18±2.24 D였다.

### 2. 방법

문진을 포함한 예비검사에서 사시, 안질환, 눈 수술경험 유무를 확인하고 수동포토포터(VT-SE, Topcon, Japan)를 이용하여 굴절보정을 한 다음 von Graefe법으로 원거리는 어두운 조명, 근거리는 밝은 근용 조명에서 사위검사를 실시하였다. 원거리 교정상태에서 리슬리(Risley)프리즘을 수평으로 12 Δ, 수직으로 6 Δ크기로 우안과 좌안에 각각 BI과 BU(이하 IU로 표기), BI과 BD(이하 ID로 표기), BU과 BI(이하 UI로 표기), BD과 BI(이하 DI로 표기)와 같이 4가지 중 1가지를 무작위로 선택하여 세팅하였다. 피검자에게 0.7 시표를 보게 하여 시표가 분리되어 보이는지 확인하였고, 수평사위 검사는 BI이 측정 프리즘이 되고, 수직사위검사는 BU이나 BD이 측정 프리즘이 되도록 하였으며, 상대 쪽이 분리 프리즘 역할이 되도록 하여 검사를 진행하였다. 먼저 분리 프리즘 쪽에 있는 눈으로 시표를 주시하도록 하고 측정 프리즘을 2 Δ/sec 속도로 변화시켜 수평사위에서는 세로 방향, 수직사위에서는 가로 방향으로 시표가 일렬로 일치되는 시점의 프리즘 양과 방향을 기록하였다. 또한, 일치되는 지점에서 계속해서 측정 프리즘을 증가시켜 좌우안의 시표가 어긋나게 하고 다시 측정 프리즘을 반대 방향으로 돌려 시표가 일렬로 일치되는 지점에서 프리즘의 양과 방향을 기록하여 일치되는 두 지점의 평균값을 1회로 하여 총 3회 실시하였다. 동일한 피검

자를 대상으로 4가지의 세팅 방법을 무작위로 선택하여 모두 측정하였으며, 각 세팅 방법으로 전환하는 과정에서 피검자가 1분 정도 눈을 감고 휴식을 갖도록 하였다. 검사는 원거리(5 m) 사위검사 후 근거리(40 cm) 사위검사, 수평사위검사 후 수직사위검사 순으로 실시하였다.

### 3. 자료 처리 및 분석

자료 처리와 데이터 해석을 위해 수평사위에서 외사위는 음의 부호, 내사위는 양의 부호, 수직사위에서 우안 기준에서 기저상방 프리즘(하사위)은 음의 부호, 기저하방 프리즘(상사위)은 양의 부호를 부여하였다. 자료 분석을 위해 MedCalcTM(version 10.3.1.0, MedCalc Software bvba, Belgium)을 이용하여 기술통계, 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA), 대응분석(paired t-test) 및 Bland-Altman 분석을 실시하였다. 모든 분석에서 신뢰구간은 95%하였고 유의확률(p)<0.05일 때 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 판단하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 프리즘 세팅 방법에 따른 사위도 분석

Von Graefe법에서 우안과 좌안의 4가지 세팅 방법(IU, ID, UI, DI)에 따른 원거리 수평사위와 수직사위(distance lateral phoria, DLP; distance vertical phoria, DVP), 근거리 수평사위와 수직사위(near lateral phoria, NLP; near vertical phoria, NVP)를 측정된 값들의 평균, 표준편차, 측정된 범위 및 분석통계 자료는 Table 1과 같다.

원거리 수평사위와 수직사위검사에서 4가지 세팅별 차이는 반복측정 분산분석에서 유의하지 않았고(각각 p=0.216, 0.122), 측정법 간의 일관성(consistency)을 나타내는 근내상관계수(intraclass correlation coefficient, ICC)는 수평사위검사에서 0.94으로 수직사위검사 0.82보다 높은 신뢰도(reliability)를 보였다. 평균치로 본 수평사위는 우안에 BI과 좌안 BD으로 세팅한 ID에서 가장 낮은 2.03 Δ로 측정되었고, 평균차이는 0.34 Δ 이내로 작았다. 또한, 수직사위검사는 ID로 세팅한 방법에서 가장 낮은 0.36 Δ로 측정되었고 평균차이는 0.19 Δ 이내로 작았다. 4가지 세팅별 근거리 수평사위와 수직사위검사의 ICC는 각각 0.95와 0.83으로 높은 신뢰도를 보였으나 수평사위와 수직사위에 대한 반복측정 분산분석에서 유의한 차이를 보였다(각각 p=0.005, p=0.003). 이러한 유의한 차이는 Bonferroni 사후 분석에서 수평사위검사의 경우 ID와 UI, 수직사위검사의 경우 IU와 ID, ID와 DI에서 유의하였다(각각 p=0.014, 0.032, 0.010).

먼저 von Graefe법으로 측정된 대상자의 평균적 안위와

Table 1. Data of phoria ( $\Delta$ ) measured using the von Graefe with four prism settings

		Mean	SD	Range	Repeated measures ANOVA	ICC (95% CI)
Distance	DLP <sub>IU</sub>	-2.30	± 3.08	-7.50 ~ 4.50	df=3 F=1.51 p=0.216	0.94 (0.91-0.97)
	DLP <sub>ID</sub>	-2.03	± 3.12	-8.50 ~ 6.00		
	DLP <sub>UI</sub>	-2.37	± 3.16	-8.50 ~ 4.50		
	DLP <sub>DI</sub>	-2.29	± 2.79	-7.33 ~ 3.50		
	DVP <sub>IU</sub>	0.54	± 0.95	-1.83 ~ 3.00	df=3 F=1.98 p=0.122	0.82 (0.73-0.89)
	DVP <sub>ID</sub>	0.36	± 0.84	-2.00 ~ 2.00		
	DVP <sub>UI</sub>	0.46	± 0.97	-1.66 ~ 2.66		
	DVP <sub>DI</sub>	0.55	± 0.94	-1.33 ~ 2.50		
Near	NLP <sub>IU</sub>	-8.16	± 5.16	-18.00 ~ 2.50	df=3 F=4.48 p=0.005	0.95 (0.93-0.97)
	NLP <sub>ID</sub>	-7.55	± 4.92	-16.00 ~ 1.33		
	NLP <sub>UI</sub>	-8.41	± 4.72	-18.00 ~ -0.50		
	NLP <sub>DI</sub>	-8.08	± 4.83	-18.00 ~ 0.33		
	NVP <sub>IU</sub>	0.50	± 1.39	-3.33 ~ 3.50	df=3 F=4.81 p=0.003	0.83 (0.75-0.90)
	NVP <sub>ID</sub>	0.19	± 1.43	-4.66 ~ 3.33		
	NVP <sub>UI</sub>	0.49	± 1.44	-3.33 ~ 3.00		
	NVP <sub>DI</sub>	0.69	± 1.36	-2.16 ~ 3.25		

측정법의 일반적 특성 평가에서 원거리 수평사위는 2.03 ~ 2.37  $\Delta$  외사위, 원거리 수직사위는 0.36~0.55  $\Delta$  우안 상사위로 측정되었고, 근거리 수평사위는 7.55~8.41  $\Delta$  외사위, 근거리 수직사위는 0.19~0.69  $\Delta$  우안 상사위로 측정되었다. 이 결과를 Morgan 기준<sup>[18]</sup>으로 평가하면 수평사위는 원거리에서 정상 기대치 0~2  $\Delta$ 의 외사위와 유사하였고, 근거리에서 정상 기대치 0~6  $\Delta$ 의 외사위보다 큰 외사위로 대상자 대부분은 폭주부족의 특성을 갖는 것으로 파악되었다. 이러한 결과는 외편위(exodeviation)의 양안시이상에서 61.4%가 폭주부족으로 평가한 Daum의 연구<sup>[19]</sup>와 같은 특성을 보였다. 원거리와 근거리 수직사위는 정상 기대치 0.25  $\Delta$ 과 유사한 값부터 0.19  $\Delta$ 까지의 사위를 보였다. 사위검사서 표준편차는 원거리 수평사위검사서 2.79~3.16  $\Delta$ 으로 Maples 등<sup>[12]</sup>이 제시한 표준편차 2.65  $\Delta$ 와 유사하였고, 근거리 수평사위검사서 4.72~5.16  $\Delta$ 으로 Rainey 등<sup>[20]</sup>이 제시한 표준편차 4.3~5.0  $\Delta$ 과 유사하였다. 원거리 수직사위의 표준편차는 0.84~0.97  $\Delta$ , 근거리 수직사위의 표준편차는 1.36~1.44  $\Delta$ 으로 나타났다. 표준편차를 기준으로 보면 수평사위와 수직사위 모두 원거리보다 근거리에서 큰 편차를 보여 근거리 사위검사가 신뢰도가 낮은 것으로 해석된다. 근거리 수평사위검사서 측정 방법 간의 일관성 척도로써 ICC가 0.91~0.97로 평가되었으며 이는 Rouse 등<sup>[21]</sup>이 폭주부족 대상으로 평가한 von Graefe법의 측정 신뢰도에서 ICC가 0.95~0.99와 유사한

것으로 볼 때 본 연구의 측정 방법은 객관성이 확보된 것으로 판단된다.

원거리 수평사위와 수직사위검사서 von Graefe법의 4가지 세팅별 차이는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 평균 차이가 각각 0.34  $\Delta$ 과 0.19  $\Delta$ 로 임상적으로도 유의한 차이라 볼 수 없다. 각 세팅 방법의 95% 일치도 범위를 1.96과 표준편차의 곱으로 정량화<sup>[6]</sup>하여 비교한 결과 원거리 수평사위검사는 DI(우안 BD과 좌안 BI)세팅이 5.47  $\Delta$ , 원거리 수직사위검사는 ID(우안 BI과 좌안BD)세팅이 1.66  $\Delta$ 로 변동성이 작은 안정된 방법으로 평가된다.

## 2. 프리즘 세팅 방법별 근거리 사위도 비교

특히, 근거리에서 von Graefe법의 프리즘 세팅에 따른 비교를 대응분석(paired t-test)과 95% 일치도 범위로 나타낸 결과는 Table 2와 같다.

근거리 수평사위와 수직사위검사 모두 대응비교에서 IU과 ID, ID과 UI, ID과 DI 사이에 유의한 차이를 보였다. 그러나 IU과 UI, IU과 DI, UI과 DI 간에는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 이 세팅 그룹은 수평사위검사서 0.09~0.33  $\Delta$ , 수직사위검사서 0.02~0.20  $\Delta$ 의 평균차이(mean difference)를 보였다. 또한, 각 대응비교에서 ICC는 수평사위검사서 0.94~0.97이고 수직사위에서 이보다 낮은 0.77~0.89로 평가되었으나 모두 높은 신뢰도를 보였다. 95% 일치도 범위는 수평사위검사는  $\pm 2.19 \sim \pm 3.22 \Delta$ , 수

Table 2. Comparison of near phoria ( $\Delta$ ) among four prism settings of the von Graefe

		MD	SD	ICC (95% CI)	95% LOA	P (paired t-test)
Lateral phoria	IU vs ID	-0.62	$\pm 1.44$	0.96 (0.92~0.98)	$\pm 2.83$	0.012
	IU vs UI	0.24	$\pm 1.63$	0.95 (0.90~0.97)	$\pm 3.19$	0.360
	IU vs DI	-0.09	$\pm 1.64$	0.95 (0.90~0.97)	$\pm 3.22$	0.752
	ID vs UI	0.86	$\pm 1.62$	0.94 (0.89~0.97)	$\pm 3.18$	0.002
	ID vs DI	0.53	$\pm 1.46$	0.96 (0.92~0.98)	$\pm 2.85$	0.030
	UI vs DI	-0.33	$\pm 1.12$	0.97 (0.95~0.99)	$\pm 2.19$	0.077
Vertical phoria	IU vs ID	0.31	$\pm 0.65$	0.89 (0.80~0.94)	$\pm 1.28$	0.005
	IU vs UI	0.02	$\pm 0.76$	0.86 (0.74~0.92)	$\pm 1.49$	0.889
	IU vs DI	-0.18	$\pm 0.80$	0.83 (0.70~0.91)	$\pm 1.56$	0.168
	ID vs UI	-0.30	$\pm 0.79$	0.85 (0.73~0.92)	$\pm 1.55$	0.027
	ID vs DI	-0.49	$\pm 0.90$	0.79 (0.63~0.89)	$\pm 1.77$	0.002
	UI vs DI	-0.20	$\pm 0.95$	0.77 (0.60~0.87)	$\pm 1.86$	0.203

직사위검사는  $\pm 1.28 \sim \pm 1.86 \Delta$ 로 나타났고, 수평사위는 UI와 DI 간에, 수직사위는 IU와 ID 간에 각각 ICC가 0.97과 0.89로 높은 신뢰도를 보였다.

위의 결과에서 유의한 차이를 보인 두 세팅 간에는 가장 작은 값으로 측정되는 ID세팅과 관련이 있는 것으로 판단된다. 신경자극이 양안에 대칭적으로 작용하는 헤팅의 법칙<sup>[13]</sup>을 적용하면 ID세팅은 DI세팅과 대칭관계에 있으므로 두 세팅 간의 차이가 없어야 하고 또한 4가지 세팅별 사위검사도 유의한 차이가 없어야 한다. 하지만 검사 결과 세팅에 따른 차이가 있는 것으로 볼 때 신경자극에서 비대칭성<sup>[14]</sup>의 존재 가능성이 있는 것으로 여겨진다. 이는 van Rijn 등<sup>[22]</sup>이 정상 양안시에서 수직해리사위와 관련한 수직사위의 비대칭성, 양안의 조절력 차이로 인한 수평사위의 비대칭성을 제기한 것으로부터 신경자극의 비대칭성으로 인한 프리즘 세팅별 차이를 고려할 수 있으나 이와의 관련성에 대해 추가적인 연구가 필요하다.

근거리 수평사위나 수직사위 검사 시 측정 프리즘과 분리 프리즘의 각 세팅간의 비교를 위해 평균에 대한 차이를 Bland-Altman분석하여 Fig. 1과 2로 나타내었다. 프리

즘 세팅에 따른 각각 두 방법의 비교에서 변동성과 오차와 관련된 일치도 범위를 기준으로 볼 때 수평사위검사는 UI와 DI 간에  $+1.9 \sim -2.5 \Delta$ (Fig. 1-F), 수직사위검사는 IU와 ID 간에  $+1.6 \sim -1.0 \Delta$ (Fig. 2-A)로 두 방법 간의 차이가 적었으나 수평사위검사의 IU와 DI, 수직사위검사의 UI와 DI 간의 일치도 범위가 커서 두 방법 간의 신뢰도는 낮은 것으로 평가되었다(각각 Fig. 1-A, Fig. 2-F).

각 세팅별 사위검사의 차이는 Table 1에서와 같이 반복 측정 분산분석결과 원거리보다 근거리에서 뚜렷하게 나타났다. 각 세팅 방법에 따른 근거리 사위검사의 신뢰도는 두 방법 간의 Bland-Altman분석으로 평가하였다(Fig. 1, Fig. 2). 두 방법의 비교에서 평균차이가 가장 큰 것과 작은 것, 95% 일치도 범위가 가장 넓은 것과 좁은 것을 각각 선택하고 평균차이가 가장 작고 일치도 범위가 좁은 것을 기준하여 각 세팅 방법별로 신뢰도를 비교한 결과 근거리 수평사위검사에서는 UI세팅이, 수직사위검사에서는 IU세팅이 신뢰도가 높은 것으로 평가되었다.

사위검사에서 여러 방법별 일치성 차이는 측정 방법의 변동성, 개인차, 피검자의 반응도, 조절통제에 따라 다르

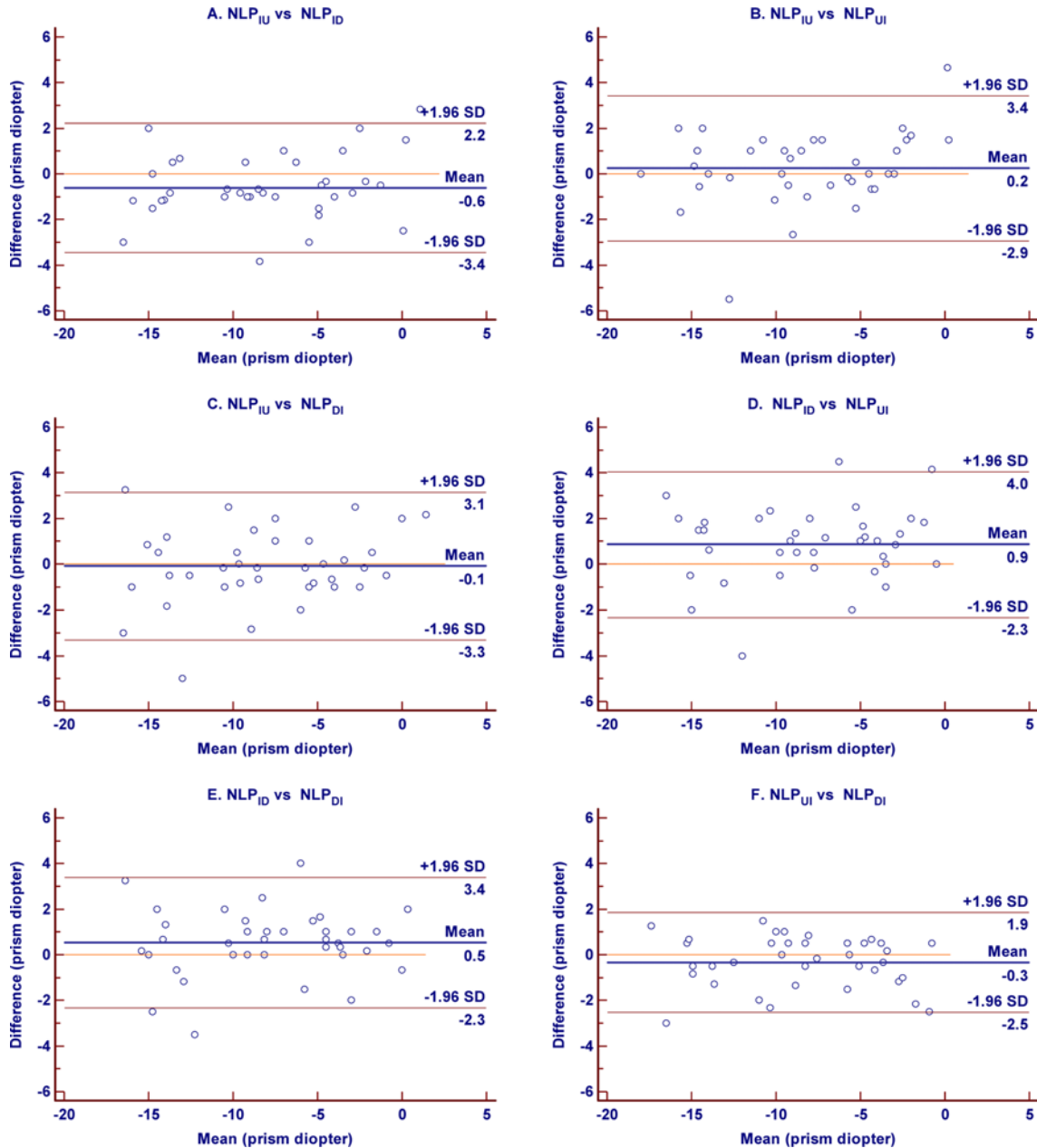


Fig. 1. Plot of the mean differences against the means for each comparison of near lateral phoria (NLP) among four prism settings. The dash lines represent the upper and lower 95% limits of agreement (mean difference  $\pm 1.96 \times SD$ ). Each solid line represents the mean of the differences.

며,<sup>[23]</sup> 특히 von Graefe법은 부적절한 조절제어에 따른 변동성이 크다. 본 연구에서 von Graefe법의 경우 근거리 사위검사가 원거리보다 유의한 차이가 확인되었고, 이는 조절의 불안정성을 비롯하여 프리즘흡수(prism adaptation), 근접성조절 유발효과, 주변융합자극의 감소<sup>[24]</sup>로 인한 변동성과 관련이 있는 것으로 본다.

따라서 근거리 사위검사에서 von Graefe의 측정의 변동성을 줄이기 위한 방법은 피검자의 손이 근용 시표에 닿게 하여 시표의 위치를 쉽게 파악하도록 하고,<sup>[25]</sup> 가림과 벗김 동작을 반복하는 플래시 노출(flashed presentation)<sup>[5,25]</sup>을 행

하거나 시험테를 이용한 자유로운 자세에서 주변융합자극을 유도하여 근접성조절을 줄이는 것이다.<sup>[6]</sup> Von Graefe법의 신뢰도를 높이기 위해 이러한 방법을 최대한 활용하고, 비대칭성, 변동성을 고려하여 한 가지 세팅 방법보다 BU 세팅을 포함하는 또 다른 세팅 방법을 병행하여 사위를 평가하는 것이 좋을 것이다.

### 결론

Von Graefe법의 4가지 프리즘 세팅별 사위검사에서 원

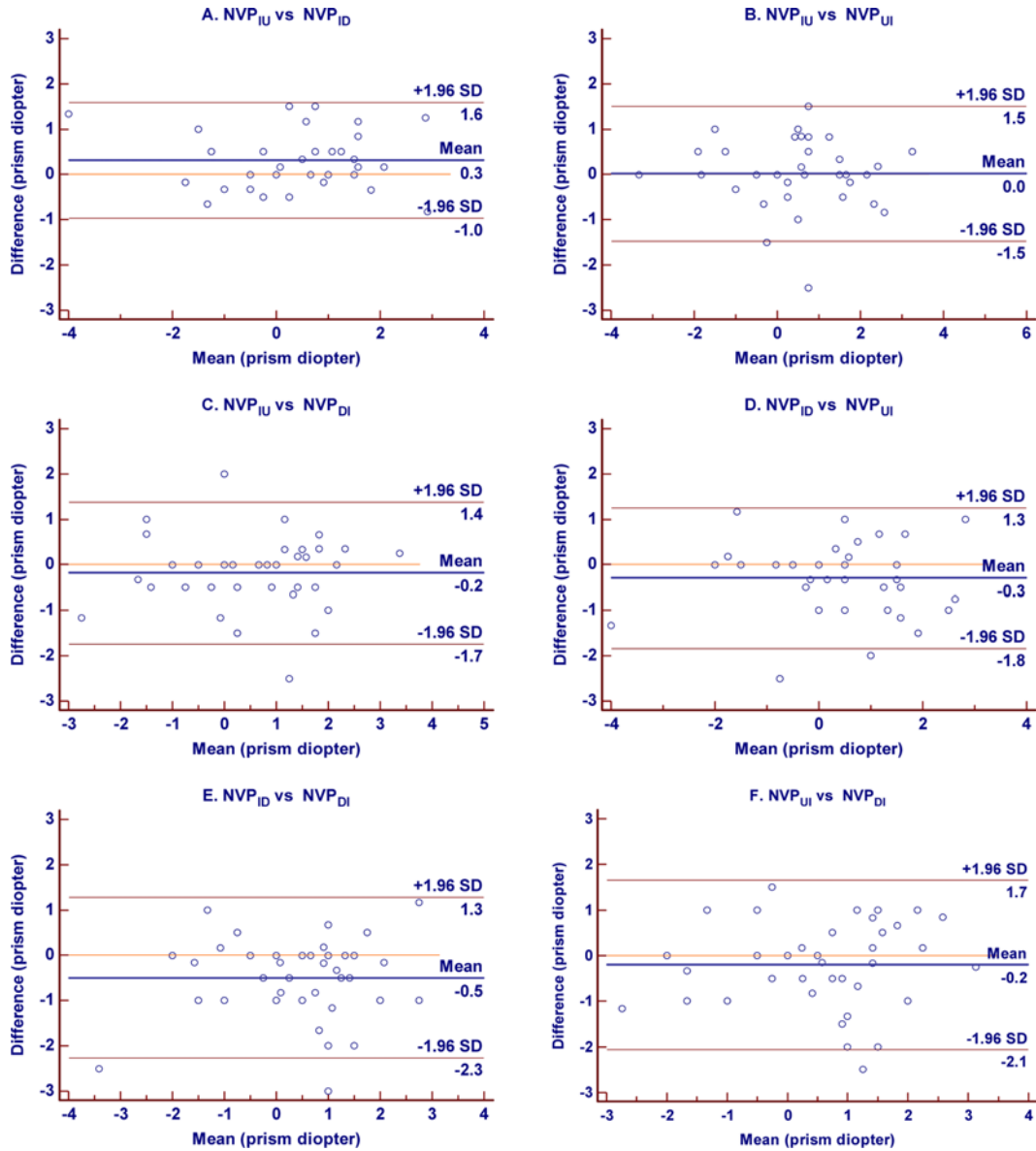


Fig. 2. Plot of the mean differences against the means for each comparison of near vertical phoria (NVP) among four prism settings. The dash lines represent the upper and lower 95% limits of agreement (mean difference  $\pm 1.96 \times SD$ ). Each solid line represents the mean of the differences.

거리 수평과 수직사위검사는 각 세팅별 차이가 나타나지 않았고 근거리 사위검사에서 유의한 차이를 보였다. 근거리 사위검사는 일관성과 관련된 상관계수 측면에서 수평사위검사가 수직사위검사보다 더 높은 신뢰도를 보였다. 평균차이와 일치도 범위 측면에서 근거리 수평사위검사는 UI(우안에 BU과 좌안에 BI)세팅이, 수직사위검사는 IU(우안에 BI과 좌안에 BU)세팅이 신뢰도가 높은 것으로 평가되었다. 이러한 결과들은 von Graefe법이 타 방법에 비해 변동성이 크므로 이를 줄이기 위해 조절제어, 프리즘흡수억제, 주변융합자극 등 다양한 방법 이외에 양안 중의 어느 한 눈에 BU세팅이, 특히 근거리 사위검사에서 BU 또는 BU를 포함하는 다른 세팅 방법의 병행이 유용한 것으로

본다.

### 감사의 글

본 연구는 2015년 경운대학교 교내 연구비의 지원으로 수행되었습니다.

### 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] Kim HD, Kim DN, Park EK. Comparison of three different methods of measuring horizontal phoria and vertical phoria. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2003;8(2):13-18.
- [4] 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.
- [5] Rainey BB, Schroeder TL, Goss DA, Grosvenor TP. Interexaminer repeatability of heterophoria tests. *Optom Vis Sci.* 1998;75(10):719-726.
- [6] Casillas Casillas E, Rosenfield M. Comparison of subjective heterophoria testing with a phoropter and trial frame. *Optom Vis Sci.* 2006;83(4):237-241.
- [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] Kang SH, Hong HK. A comparative study on quantity of phoria between new phoria measurement with 3D display and existing methods. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(3):313-320.
- [9] Lee SH, Park SY, Kim SY, Lee DY, Kim KK, Son JS et al. Repeatability of new phoria test using color chart and color filter. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2010;15(3):269-274.
- [10] Elliott DW. *Clinical procedures in primary eye care*, 3rd Ed. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 2007;176-178.
- [11] 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.
- [12] Maples WC, Savoy RS, Harville J, Golden LR, Hoenes R. Comparison of distance and near heterophoria by two clinical methods. *Optom Vis Dev.* 2009;40(2):100-106.
- [13] Griffin JR, Grisham JD. *Binocular anomalies: diagnosis and vision therapy*, 4th Ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 2002;8-10.
- [14] Enright JT. Slow-velocity asymmetrical convergence: a decisive failure of "Hering's law". *Vision Res.* 1996;36(22):3677-3684.
- [15] Nan Li, Seger K, Crandall M, Jiang BC. Effect of customized near addition lenses on transient myopia induced by near-work. *Clinical Optometry.* 2010;2:43-49.
- [16] Escalante JB, Rosenfield M. Effect of heterophoria measurement technique on the clinical accommodative convergence to accommodation ratio. *Optometry.* 2006;77(5):229-234.
- [17] Scheiman M, Wick B. *Clinical management of binocular vision*, 2nd Ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2002;36-37.
- [18] Morgan MW. Analysis of clinical data. *Am J Optom Arch Am Acad Optom.* 1944;21:477-491.
- [19] Daum KM. Characteristics of exodeviations: II. Changes with treatment with orthoptics. *Am J Optom Physiol Opt.* 1986;63(4):244-251.
- [20] 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.
- [21] Rouse MW, Borsting E, Deland PN, CIRS Group. Reliability of binocular vision measurements used in the classification of convergence insufficiency. *Optom Vis Sci.* 2002 ;79(4):254-264.
- [22] van Rijn LJ, ten Tusscher MPM, de Jong I, Hendrikse F. Asymmetrical vertical phorias indicating dissociated vertical deviation in subjects with normal binocular vision. *Vision Res.* 1998;38(19):2973-2978.
- [23] 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.
- [24] Lyon DW, Goss DA, Horner D, Downey JP, Rainey B. Normative data for modified Thorington phorias and prism bar vergences from the Benton-IU study. *Optometry.* 2005;76(10):593-599.
- [25] Benjamin W. *Borish's clinical refraction*, 2nd Ed. St. Louis: Butterworth-Heinemann, 2006;903.

## Comparisons of Phoria Test Among Prism Settings of Von Graefe Technique

Dong-Sik Yu\* and Eun-Mi Ha

Dept. of Optometry and Vision Science, Kyungwoon University, Gumi 730-739, Korea

(Received April 27, 2015: Revised May 14, 2015: Accepted May 18, 2015)

**Purpose:** The aim of this study was to compare the differences among prism settings of the von Graefe technique for phoria measurement. **Methods:** Thirty eight healthy subjects (mean age  $22.35 \pm 2.72$  years) were tested with eye examination by interview, cover test, and refraction. Phorias were measured in a random order using four prism settings for the von Graefe method: base-in (BI) and base-up (BU), BI and base-down (BD), BU and BI, and BD and BI over the right and left eye, respectively. **Results:** Among the four prism settings in measurements of lateral and vertical phoria, there were not significant differences at distance, whereas there were significant at near. The reliability of near lateral phoria (ICC: 0.95) was good, but that of near vertical phoria was less reliable (ICC: 0.83). In comparisons of the paired t-test, the 95% limits of agreement, and mean difference between prism settings, BU had more useful than other prism settings at near phoria. **Conclusions:** Results from this study suggest that the von Graefe test with BU or BU including other setting prisms have useful methods, especially for near phoria measurements.

**Key words:** Phoria, Von graefe, Prism setting, Reliability