

## 단초점 근용 안경의 수평방향 설계점 결정에 대한 이해

김민호\* · 김현일

\*플로렌스 안경원, 초당대학교 안경광학과

투고일(2009년 4월 24일), 수정일(2009년 5월 25일), 게재확정일(2009년 6월 4일)

**목적:** 본 연구는 서로 다른 기준에 따른 P.D로 제작된 근용 안경을 각각 착용시킨 후에 상대적인 피로 정도를 비교하는 것이 목적이다. **방법:** 근용 안경의 굴절력[원용 안경의 굴절력(-)]이 (-)인 사람에게는 원용 P.D와 근용 P.D-B로 제작된 안경을 착용시켜 안정피로 정도를 비교하였고, 근용 안경 굴절력이 (+)[원용 안경 굴절력(+)]인 사람에게는 근용 P.D-B, 원용 P.D, 근용 P.D-A로 조제된 안경을 착용시켜 안정피로 정도를 비교하였다. 근용 P.D-A란 원용 안경의 근거리 시점에서 발생한 기저외방의 프리즘 값과 근용 안경의 시점에서 발생한 프리즘 값이 같도록 감소된 단초점 근용 안경의 중심점간 거리를 의미한다. **결과:** 근용 안경의 굴절력[원용 안경 굴절력(-)]이 (-)인 경우에는 원용 P.D로 조제 가공한 경우에 안정피로가 상대적으로 적었다. 근용 안경의 굴절력이 (+)인 경우에는 단정적으로 어떤 설계점 결정방식이 옳다고 확신 할 수는 없지만 데이터 결과에 의할 경우는 근용 P.D-A로 조제 가공한 경우에 상대적으로 더 적은 안정피로를 유발 하였다. **결론:** 근용 안경의 굴절력[원용 안경 굴절력(-)]이 (-)인 경우에는 이전의 원용 안경을 착용하고 근거리를 주시한 경우에 근용 주시점에서의 기저내방(Base In)의 효과를 통해 폭주요구량은 감소된다. 따라서 근용 안경(-)은 근거리에서 폭주를 도와준다. 왜냐하면 기저내방의 효과가 원용 안경에 비해 상대적으로 작아졌기 때문이다. 근용 안경의 굴절력[원용 안경 굴절력(+)]이 (+)인 경우에는 상황에 따라 근용 P.D-B, 근용 P.D-A, 원용 P.D를 통해 설계점을 결정 할 수 있다.

**주제어:** 설계점, 근용 P.D-B, 근용 P.D-A, 원용 P.D

### 서 론

현대사회가 빠르게 노령화사회로 진입함에 따라 노안 인구가 빠르게 증가하고 노안이 된 이후에도 이전과 같은 사회 활동(근거리 작업)이 요구되고 있는 실정이다. 그러나 많은 경우에 근용 안경을 착용 시킨 후에 30분 이상 근거리 주시 시 안정피로에 인한 업무능력 저하를 호소하고 있다. 노안 이전의 근시안의 경우는 원용 P.D로 제작된 안경으로 원, 근거리를 모두 보게 되는데 이 때 근거리 주시 시 정시의 경우보다 상대적으로 작은 폭주로 가까운 물체를 주시한다. 이렇게 적응된 사람이 노안이 된 후에 근용 중심점간 거리(근용 P.D-B)로 조제가공 된 안경을 착용하고 근거리 물체를 주시할 때에는 이전보다 더 많은 폭주가 요구되므로 안정피로가 증가 될 수 있다. 원시나 정시안이 노안이 된 경우도 가격의 저렴함과 구입의 편리성 때문에 광학적 조건이 무시된 상태로 기성 근용 안경을 구입하여 착용함으로써 근거리 작업 시 눈의 피로 및 불편함이 증가되는 현상이 발생하곤 한다. 따라서 본 연구는 근용 안경의 굴절력[원용 안경의 굴절력(-)]이 (-)인 사람

에게는 원용 P.D와 근용 중심점간 거리(근용 P.D-B)에 의해 조제가공 된 안경을 착용 시켜 피로 정도를 비교하였고, 근용 안경 굴절력이 (+)[원용 안경 굴절력(+)]인 사람에게는 근용 중심점간 거리(근용 P.D-B), 원용 P.D, 원용 안경(+))을 쓰고 근거리를 주시할 때의 프리즘 값과 근용 안경을 쓰고 근거리를 주시 할 때의 프리즘 값이 같아지도록 한 근용 P.D(근용 P.D-A)로 조제가공된 근용 안경을 착용시킨 후에 상대적 피로 정도를 비교하였다.

### 이론적 고찰

#### 1. 설계점 결정의 기준<sup>[1-5]</sup>

##### 1.1 렌즈의 광축이 안구회선점을 지나는 경우(centre of rotation requirement)

Fig. 1은 렌즈광축이 안구회선점(optical ocular centre of rotation)을 지나도록 설계점을 결정한 경우로써 원점구면(far point sphere)과 상 곡면(image shell)이 일치하는 상태이다. 이러한 조건은 원용 안경의 단안 설계값(원용 단안 P.D)을 근용 안경에 적용한 경우에 가능하다. 따라서 근용

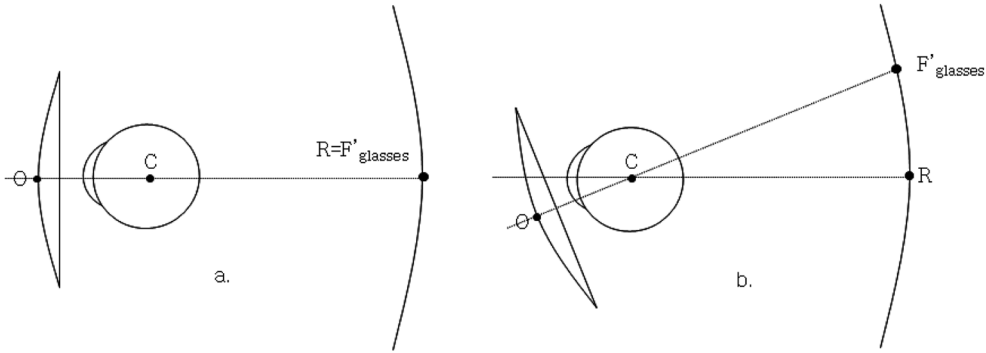


Fig. 1. Centre of rotation requirement.

안경을 착용하고 근거리를 주시하는 경우에 수평방향으로 폭주요구량의 변화가 발생한다. 수직방향으로는 원용 안경과 근용 안경의 설계점 위치는 거의 차이를 갖지 않는다. 렌즈광축이 안구회전점을 지나지 않는 경우는 원용 안경의 경우처럼 선명한 상을 얻을 수 있다. 구면렌즈에서 이러한 조건이 충족되지 않는 경우는 경미한 상의 오류를 유발할 수 있다. 하지만 비구면 렌즈에서는 상대적으로 큰 값의 구면오류(spherical error) 및 난시오류(astigmatic error)에 의한 사광선 난시(astigmatism of oblique incidence)를 유발한다. 특히나 시선의 이동을 통한 비대칭적인 오류가 심해져 안경착용이 어려울 수 있다. 하지만 렌즈광축이 안구회전점을 지나지 않는 경우는 양 눈의 시선의 이동에 있어서 렌즈를 통해 발생하는 이러한 오류의 방향은 동일하다.

1.2 주시선이 렌즈의 기준점(reference point)을 지나지 않는 경우(reference point requirement)

근거리 주시의 경우에 근용 안경의 기준점(reference point)과 근거리 주시점(near principal visual point)이 일치하는 경우에 이러한 관계가 성립된다. 따라서 양 눈의 폭주(convergence)는 프리즘 효과의 영향을 받지 않는다. 주시선이 렌즈의 광학 중심점을 지나지 않는 경우는 주시점에서 프리즘 효과가 발생하고 양안 단일시(binocular single vision)를 위한 폭주 값에 영향을 미친다. 프리즘 효과는 다음의 공식을 통해 계산이 가능하다.

$$P = \frac{c \cdot |S|}{1 - b' \cdot S} \quad (1)$$

(c=설계점 오류 값(cm), S'=상측정점굴절력, b'=안경렌즈-안구회전점 거리)

2. 정시의 근용 안경 설계점 결정

정시의 근용 안경 굴절력은 대부분 약 +3D 정도까지 사용된다<sup>[6]</sup>. 구면렌즈의 경우는 설계점(centration point) 결정에서 렌즈광축이 안구회전점을 지나거나(원용 P.D) 혹

은 주시선(visual axis)이 광학중심점을 지나도록 결정할 수 있다. 상대적으로 선명한 상을 얻기 위해 안구회전점 요구(centre of rotation requirement)를 우선 시 하는 경향이 있다. 또한 이러한 설계점의 결정을 통해 상대적으로 작은 유효직경의 렌즈가 필요로 된다. 그 결과 근용 렌즈는 상대적으로 가볍고 얇아진다. 안구회전점 요구에 의한 근용 안경의 설계 값은 원용 안경의 설계 값과 같은 방식으로 결정된다. 원용 P.D를 기준으로 설계한 근용 안경은 근용 주시점(near principal visual point)에서 일정 값의 융합성 폭주를 유발하는 기저외방의 프리즘 효과가 발생한다.

Fig. 2는 정위(orthoposition)의 이향상태를 보여준다. 아래의 공식을 통해서 표현 할 수 있다.

$$C_{\text{정위}} = \frac{PD(cm)}{A(m)} \quad (2)$$

(P.D: 동공중심간거리, A: 주시점에서 안구회전점까지 거리)

Fig. 3은 교정렌즈가 없는 안경을 착용한 경우의 정위에 대한 이향상태이다.

$$C_{\text{정위}} = \frac{PD}{A} = \frac{PD}{s+b'}$$

이므로, 근용 중심점간거리

$$(NCD) = \frac{PD \cdot s}{s+b'} \quad (b' = \text{정점간의 거리} + 13.5 \text{ mm})$$

근용 중심점간의 거리는 RAL-RG 915에 따라 근용 P.D-

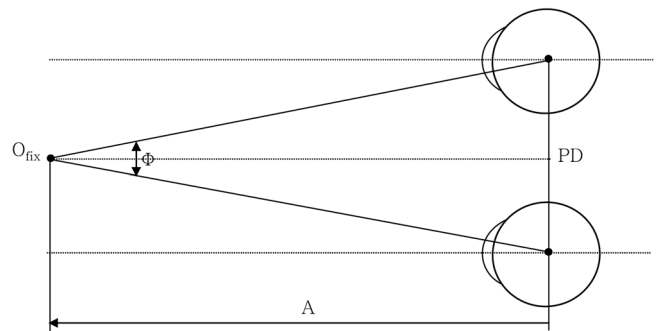


Fig. 2. Visual axis vergence position.

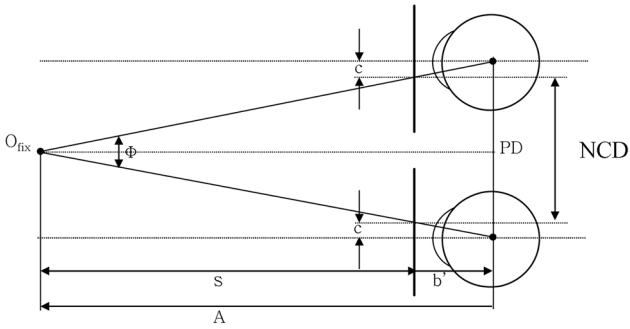


Fig. 3. Demand of accommodation and orthoposition in uncorrected a pair of eyes.

B로도 명칭된다.

근용 중심점의 각 단안의 코 방향으로의 편위 값  $c$ 는 아래 식으로 표현할 수 있다.

$$c = \frac{PD \cdot b'}{2(s + b')} \quad (3)$$

### 3. 비정시안의 근용 안경 설계점 결정

#### 3.1 근시의 근용 안경

##### 3.1.1 원용 안경을 통한 근거리 주시

원용 안경을 통한 근거리 주시에서 폭주요구량은 근거리 주시점(near principal visual point)에서의 기저내방 프리즘 효과에 의해 감소한다(Fig. 4). 따라서 안경으로 교정된 근시는 같은 근업거리에서 정시보다 더 적은 폭주를 필요로 한다. 감소되는 폭주 값은 렌즈의 상측정점굴절력이 증가할수록, 근업거리가 짧아질수록, 정점간의 거리가 증가할수록 커진다. 상대적으로 가장 크게 영향을 미치는 요소는 렌즈의 상측정점굴절력과 근업거리이다.

##### 3.1.2 원용 안경을 착용하지 않은 상태에서 근거리 주시

근시가 근거리 물체를 원용 안경 없이 주시할 경우는 Table 1에서 보듯이 거리에 상응하여 완전한 폭주 값을 요

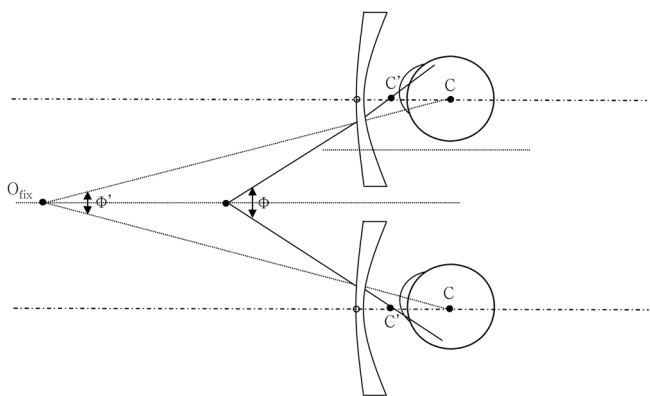


Fig. 4. Change of convergence in near vision through distance glasses of myopia.

Table 1. Demand of convergence for different object distance and correction value (P.D=65 mm, vertex=15 mm)

Demand of convergence for S' <sub>distance</sub> (Δ)				
Object distance (m)	0 D	-5 D	-10 D	-20 D
-0.400	15.2	13.3	11.8	9.7
-0.333	18.0	15.7	14.0	11.5
-0.250	23.3	20.4	18.2	14.9
-0.200	28.5	25.0	22.1	18.1

구한다. 그러나 조절은 근시의 값만큼 감소한다. 따라서 일반적으로 약도에서 중도까지의 근시는 종종 노안 초기에 근거리 물체를 선명하게 인식하기 위해 원용 안경을 벗고 주시한다. 이러한 경우에 원용 안경을 통해 적용된 조절과 폭주의 관계는 변한다.

#### 3.1.3 근용 안경의 설계점의 결정

가입도에 의한 조절성 폭주의 감소와 원용 안경을 통해 이전까지 익숙해진 감소된 폭주 값의 적용에 대한 부분을 고려한다. 근거리 주시점을 설계점으로 결정할 경우에 원용 안경을 통해 적용된 폭주감소량은 없어 질 것이다. 따라서 이러한 설계점의 결정은 적절하지 못할 수 있다. 이러한 경우는 근용 안경의 조제를 위해 원용 안경의 설계점을 적용 할 수 있다. 장점은 렌즈의 광축은 안구회선점을 지나가므로 안경을 착용 한 경우에 이상적인(ideal) 상의 선명도를 얻을 수 있다. 또한 근거리 주시점에서 원용 안경에 비해 감소된 기저내방의 프리즘 효과를 통해 폭주를 도와주는 효과가 발생한다. 왜냐하면 가입도에 의한 근용 안경의 굴절력 감소를 통해 근거리 주시에 있어서 근용 안경에서의 프리즘 기저내방 효과는 원용 안경의 경우보다 작아진다. 이 규칙은 일반적으로 근용 안경의 굴절력이 (-)인 경우에 대해서만 유효하다.

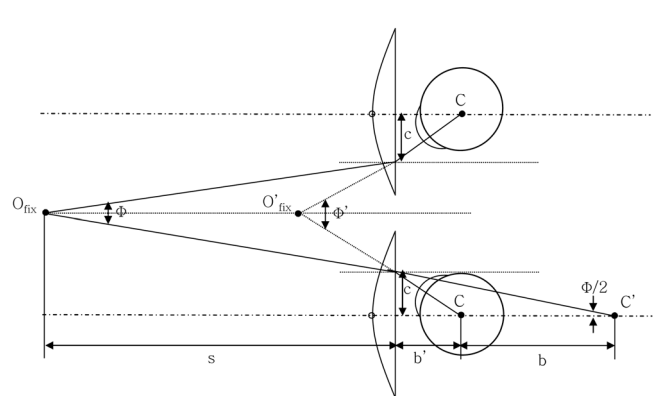


Fig. 5. Change of convergence in near vision through distance glasses of hyperopia.

Table 2. Demand of convergence for different object distance and correction value (P.D=65 mm, vertex=15 mm)

Demand of convergence for S' <sub>distance</sub> (△)				
Object distance(m)	0.0 D	+5.0 D	+10.0 D	+15.0 D
-0.400	15.2	17.7	21.2	26.5
-0.333	18.0	21.0	25.2	31.4
-0.250	23.3	27.2	32.6	40.8
-0.200	28.5	33.2	39.8	49.7

4.1 원시의 근용 안경

4.1.1 원용 안경을 통한 근거리 주시

원시의 경우에 조절과 폭주의 관계는 근시의 원용 안경을 통한 근거리 주시에서의 경우와 반대이다. 원용 안경을 착용하고 근거리를 주시하는 경우에 폭주를 유발하는 프리즘 기저외방의 효과가 발생한다. Table 2를 통해 알 수 있듯이 원시의 원용 안경을 통한 근거리 주시점에서의 프리즘 효과는 근시의 원용 안경을 통한 근거리 주시점에서의 프리즘 효과보다 상대적으로 크다고 볼 수 있다. Fig. 5는 정위(orthoposition)가 원용 안경(+)을 착용하고 근거리를 주시하는 경우의 이향상태이다. 다음과 같이 식을 유도할 수 있다.

$$\tan \frac{\Phi'}{2} = \frac{c}{b'}, \text{ (I)}, \tan \frac{\phi}{2} = \frac{c}{b} = \frac{\frac{PD}{2}}{s+b} \Rightarrow c = \frac{\left(\frac{PD}{2}\right) \cdot b}{s+b} \text{ (II)},$$

$$\frac{1}{b'} = \frac{1}{b} + D \Rightarrow \frac{1}{b'} = \frac{1}{b} - D \text{ (III)}$$

(II)를 (I)에 대입하면  $\tan \frac{\Phi'}{2} = \frac{\frac{PD}{2}}{s+b'(1-s \cdot D)}$

$\tan \frac{\Phi'}{2}$  은 한 쪽 눈의 폭주값을 나타내므로 양 눈의 경우는 다음과 같다.

$$C_{\text{정위}} = \frac{PD}{s+b'(1-s \cdot D)} \text{ (4)}$$

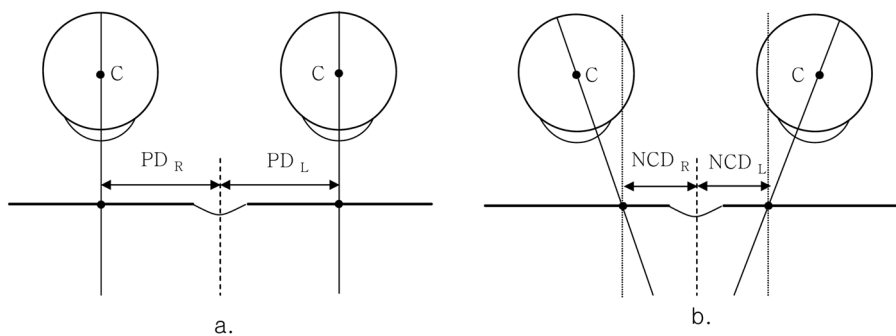


Fig. 6. a. Centre of rotation requirement (distance P.D), b. Reference point requirement (near P.D-B)

원용 안경을 착용한 상태에서 근거리 주시의 경우에 코 방향으로의 편위 값 c는 아래 식을 통해 계산이 가능하다.

(I)에 의해  $c = b' \cdot \tan \frac{\Phi'}{2} = b' \cdot \frac{C_{\text{정위}}}{2}$  이다.

$$c = \frac{PD \cdot b'}{2(s+b'(1-s \cdot D))} \text{ (5)}$$

4.1.2 근용 안경의 설계점의 결정

A. 주시선이 광학중심점(근용 중심점간거리)을 지나가는 경우(근용 P.D-B)

광학적 중심점은 근용부 주시점(principal visual point)과 일치한다. 근용 안경은 근거리 주시에서 프리즘 효과를 통한 폭주 요구가 발생하지 않는다. 하지만 이러한 설계점의 결정을 통해 렌즈의 광축은 안구회선점을 지나가지 않는다. 특히 비구면 렌즈에서 중요한 영향을 미친다. 높은 플러스 굴절력에서는 일반적으로 비구면 렌즈의 사용이 우선적이다. 따라서 시선 이동의 경우에 양 쪽 렌즈에서 서로 다른 값으로 발생하는 난시오류(astigmatic error)와 구면오류(spherical error)를 통한 문제가 발생한다. 또한 상대적으로 더 두껍고 무게의 증가를 야기하는 유효직경이 더 큰 렌즈를 필요로 한다.

B. 렌즈광축이 안구회선점을 지나는 경우(원용 P.D)

선명한 상을 얻을 수 있고 근거리 주시에서 구면오류(spherical error) 및 난시오류(astigmatic error)에 대해서 양안의 차이가 발생하지 않는다. 단점은 근거리 주시점에서 프리즘 기저외방을 통한 융합성 폭주량의 증가이다. 예를 들어 F: S +5.0D, N: S +7.0D인 원시의 경우에 사물 거리 400 mm에 대해 다음과 같은 폭주 양이 발생한다.

원용 안경(원용 P.D): 폭주요구량  $\Rightarrow 17.7\Delta$

근용 안경(근용 P.D-B, 주시선이 광학중심점을 지나는 경우): 폭주요구량  $\Rightarrow 15.2\Delta$

근용 안경(원용 P.D로 설계): 폭주요구량  $\Rightarrow 19.0\Delta$

위의 값에 따른 경우 경미한 융합성 폭주 값의 차이가

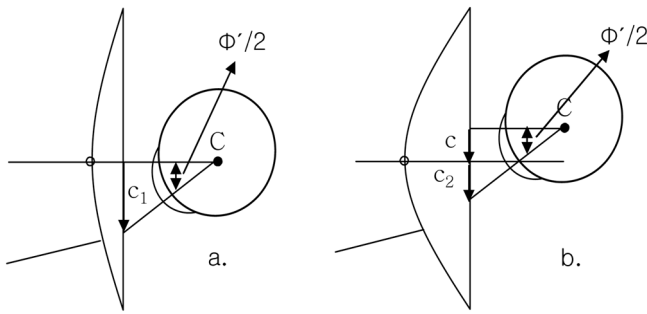


Fig. 7. a. Distance glasses, b. Reading glasses.

발생한다. 동시에 가입도 2D는 조절성 폭주 값 감소시키는 점에 주의해야 한다. 결과적으로 많은 양의 융합성 폭주가 필요하다. 이러한 융합성 폭주 값의 증가는 설계점의 결정을 통한 융합성 폭주 값의 변화보다 훨씬 크다. 위의 두 가지 방식의 설계점에 의한 근용 안경 중에서 어느 것이 나은지에 대해서는 정확히 단정 지을 수가 없다.

C. 근용 P.D-A

이전까지 원용 안경(+)을 쓰고 근거리를 주시한 경우에 익숙해진 프리즘 값과 근용 안경을 쓰고 가까운 곳을 볼 때의 프리즘 값이 같도록 변형된 P.D를 근용 P.D-A라 한다(RAL-RG 915). 다음의 내용은 원용 안경과 근용 안경의 각각의 근용 주시점에서 프리즘 영향이 같게 하기 위해서 필요한 근용 안경의 코 방향으로 편위 값 c에 대한 설명이다.

c<sub>1</sub>은 원용 안경의 광학중심점과 근용 주시점사이의 간격이다. 근용 안경의 c+c<sub>2</sub>의 합은  $\frac{\Phi'}{2}$  와 b'이 같은 상태에서 원용 안경의 c<sub>1</sub>과 같다. c<sub>2</sub>=c<sub>1</sub>-c이다.

원용 안경과 근용 안경의 각각의 근용 주시점에서 프리즘 영향이 같아야 하므로

$$c_1 \cdot D_{\text{원용}} = c_2 \cdot D_{\text{근용}} \Rightarrow c_2 = c_1 \cdot \left( \frac{D_{\text{원용}}}{D_{\text{근용}}} \right)$$

$$c = c_1 - c_2 = c_1 - c_1 \cdot \left( \frac{D_{\text{원용}}}{D_{\text{근용}}} \right) = \left( c_1 \cdot \frac{D_{\text{근용}} - D_{\text{원용}}}{D_{\text{근용}}} \right)$$

식 (5)를 c<sub>1</sub>에 대입하면 D<sub>N(근용굴절력)</sub> = D<sub>F(원용굴절력)</sub> + D<sub>A(가입도)</sub>인 관계로 다음과 같다.

$$c = \frac{PD \cdot b' \cdot D_{\text{가입도}}}{2(D_{\text{원용}} + D_{\text{가입도}})(s + b'(1 - s \cdot D_{\text{원용}}))} \tag{6}$$

위의 식을 이용하여 다음의 표를 얻을 수 있다. 원용굴절력과 가입도의 관계를 통해 단안의 코 방향 편위 값의 계산이 가능하다. 코 방향의 편위를 통해 원용 안경을 쓰고 근거리를 주시한 경우 익숙해진 프리즘 값과 근용 안경을 쓰고 근거리를 주시한 경우에 발생하는 프리즘 값이 같도록 할 수 있다.

Table 3. Decentration c pro glass for s=380 mm, b'=28.5 mm, P.D=65 mm

D <sub>distance</sub>	Add=1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
+1	1.2	1.4	1.6	1.7	1.7
+2	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
+3	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2
+4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1
+5	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0
+6	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
+7	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8
+8	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8
+9	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
+10	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2006년 4월부터 2007년 3월까지 경기도 부천시지역의 45세 이상의 조절력 감퇴로 인한 노인인 남자 60명, 여자 29명의 사무직 직장인을 대상으로 하였으며 안위 이상이나 심한 부등시, 안과질환자는 제외하였다.

2. 연구 방법

Canon사 PK-F1 자동굴절력 측정기와 Topcon사의 CV-3000 포롭터, Topcon사의 ACP-7 차트 프로젝트를 이용하여 5 m 거리에서 원거리 교정굴절력을 측정하였고 근거리 시력은 40 cm 거리에서 Topcon사의 근거리 시력표를 사용하여 가입도를 측정하였다. 단안 굴절검사 후에 폰 그래프 프리즘 분리법<sup>[7]</sup> 및 Mallet 시표를 통한 양안시 안위 검사<sup>[8]</sup>에서 안위 이상이 의심되는 경우는 모두 제외하였다. 동공간 거리 측정은 Topcon사의 P.D 측정기(P.D-5)를 이용하여 원거리 P.D는 무한대, 근거리 P.D는 40 cm 거리에서 측정하였다. 검사 후에 근거리 교정굴절력이 (-)인 43명에게 원용 P.D와 근용 P.D로 각각 제작된 두 안경을 하루 간격으로 번갈아 사용하게 하였으며 근용 안경의 굴절력[원용 안경 굴절력(+)]이 (+)렌즈인 46명에게는 근용 P.D-B와 원용 P.D, 사용 중이던 원용 안경(+)을 착용하고 근거리를 주시할 때의 프리즘 값과 근용 안경을 착용하고 근거리를 볼 때의 프리즘 값이 같도록 한 근용 P.D-A로 조제가공된 근용 안경을 각각 하루씩 번갈아 사용하게 하였다. 한 달 간격으로 두 차례 각 안경의 사용 후 각각의 안경을 착용 후에 느끼는 상대적인 피로 정도를 전화 설문조사 하였다. 측정 대상자에게 제공된 근용 안경은 같

Table 4. Tele research after one month (near correction value (-))

Near correction value	Asthenopia		
	No difference	Dispensed reading glasses with distance P.D have caused less asthenopia	Dispensed reading glasses with near P.D-B have caused less asthenopia
>S-5.00D (14)	3(21.4%)	8(57.2%)	3(21.4%)
S-4.75D~S-3.00D (15)	5(33.3%)	9(60.0%)	1(6.7%)
S-2.75D~S-0.75D (14)	5(35.7%)	7(50.0%)	2(14.3%)

Table 5. Tele research after two months (near correction value (-))

Near correction value	Asthenopia		
	No difference	Dispensed reading glasses with distance P.D have caused less asthenopia	Dispensed reading glasses with near P.D-B have caused less asthenopia
>S-5.00D (14)	3(21.4 %)	9(64.3%)	2(14.3%)
S-4.75D~S-3.00D (15)	4(26.7 %)	9(60.0%)	2(13.3%)
S-2.75D~S-0.75D (14)	4(28.6 %)	8(57.1%)	2(14.3%)

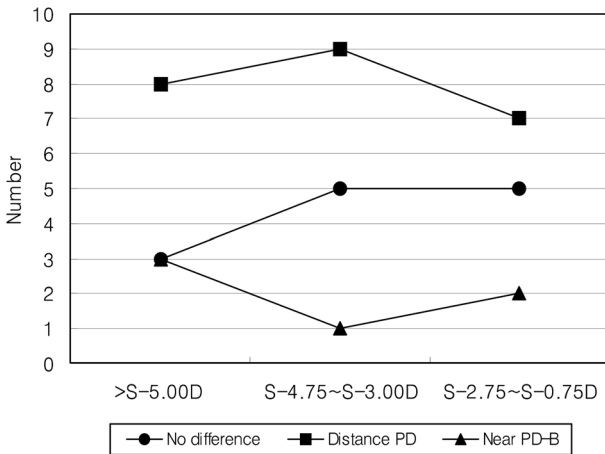


Fig. 8. Tele research after one month.

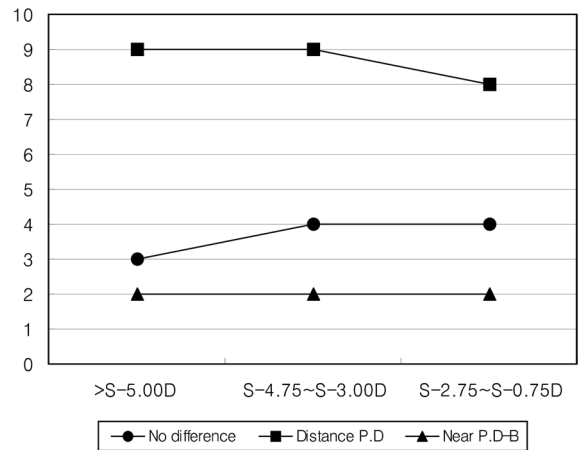


Fig. 9. Tele research after two months.

은 안경테와 같은 재질의 렌즈로 제작하였으며 각 안경의 구분은 Tip의 색깔을 틀리게 하였다.

의 대부분은 폭주 부담을 덜어준 원거리 P.D로 제작된 안경을 착용한 날의 눈의 피로가 상대적으로 적다고 응답하였다.

**결 과**

**1. 근용 안경굴절력이 (-)인 경우**

근거리 교정굴절력이 S-1.50D 이상인 근용 안경 착용자

**2. 근용 안경 굴절력이 (+)인 경우**

근용 안경의 교정굴절력이 (+)인 경우는 (-)에 비하여 그 차이가 뚜렷하지는 않았지만 근용 P.D-A를 기준으로

Table 6. Tele research after one month (near correction value (+))

Near correction value	Asthenopia			
	No difference	Dispensed reading glasses with near P.D-A have caused less asthenopia.	Dispensed reading glasses with near P.D-B have caused less asthenopia	Dispensed reading glasses with distance P.D have caused less asthenopia
S+0.75D~S+1.75D (17)	7(41.2%)	4(23.6%)	3(17.6%)	3(17.6%)
S+2.00D~S+3.00D (15)	4(26.7%)	5(33.3%)	4(26.7%)	2(13.3%)
S+3.25D~S+5.00D (14)	4(28.6%)	6(42.9%)	3(21.4%)	1(7.1%)

Table 7. Tele research after two months (near correction value (+))

Near correction value	Asthenopia			
	No difference	Dispensed reading glasses with near P.D-A have caused less asthenopia	Dispensed reading glasses with near P.D-B have caused less asthenopia	Dispensed reading glasses with distance P.D have caused less asthenopia
S+0.75D~S+1.75D (17)	5(29.5%)	6(35.3%)	3(17.6%)	3(17.6%)
S+2.00D~S+3.00D (15)	4(26.8%)	5(33.4%)	3(33.4%)	3(33.4%)
S+3.25D~S+5.00D (14)	3(21.4%)	5(35.7%)	4(28.6%)	2(14.3%)

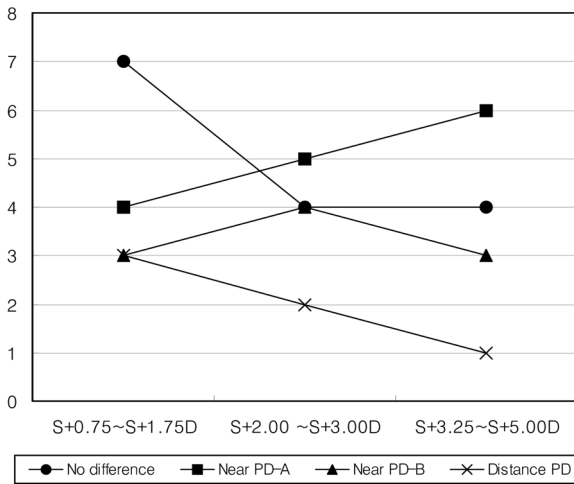


Fig. 10. Tele research after one month (near correction value (+)).

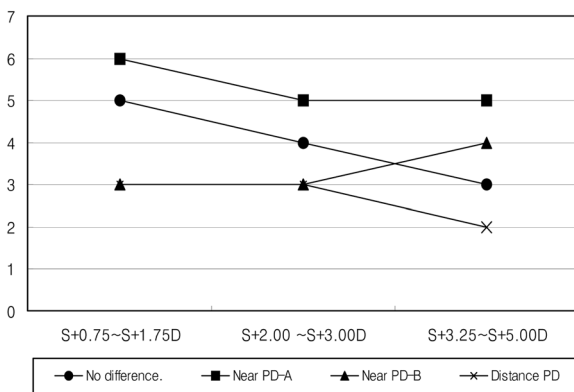


Fig. 11. Tele research after two months (near correction value (+)).

조제가공 된 안경을 착용한 경우에 상대적으로 안정피로가 더 적은 것으로 나타났다.

**결 론**

근용 안경의 굴절력[원용 안경 굴절력(-)]이 (-)인 경우는 안정피로 관점에서 본 연구 데이터 결과에 의할 경우에 원용 P.D를 우선으로 하는 것이 안정피로가 적은 근용 안경을 제작하는 방법으로 나타났다. 원용 안경을 착용하

고 근거리를 주시한 경우에 근용 주시점에서 발생하는 기저내방의 효과를 통해 폭주요구량은 감소된다. 따라서 가입도가 처방된 근용 안경(-)은 근용 주시점에서 기저내방의 효과가 원용 안경에 비해 상대적으로 작아진 관계로 근거리 주시에서 폭주를 도와준다고 볼 수 있다.

근용 안경의 굴절력[원용 안경 굴절력(+)]이 (+)인 경우에는 3가지의 설계점 결정 방법이 존재 할 수 있다.

첫째는 근용 주시선이 렌즈의 광학중심점을 지나는 경우으로써 근용 중심점간의 거리를 기준으로 한 경우이다(근용P.D-B). 장점은 근용 주시점에서 주시선이 광학중심점을 지나는 관계로 프리즘 효과가 발생하지 않으므로 사물을 주시하기 위한 폭주 요구량은 정시와 같다. 단점은 첫째로 상대적으로 유효직경이 큰 교정 렌즈가 필요한 관계로 근용 안경은 렌즈 중심두께의 증가로 상대적으로 더 무거워 질 수 있다. 둘째는 렌즈의 광축이 안구회선점을 지나지 않는 관계로 상대적으로 덜 선명한 상이 발생 할 수 있다. 특히나 비구면 렌즈의 경우에는 더욱 심하다고 볼 수 있다. 셋째는 근거리 주시의 경우에 근용 안경 착용을 통한 폭주요구량은 이전에 착용한 원용 안경의 폭주요구량보다 상대적으로 작다. 예를 들어 원용 안경 굴절력이 +5D, 가입도가 +2D, P.D가 66 mm, b'이 25 mm, 안경-사물까지의 거리가 375 mm인 경우에 원용 안경을 착용하고 익숙해진 근거리 폭주 요구량은 약 18.69△(공식(4))이다. 근용 중심점간의 거리를 기준으로 근용 안경의 설계점을 결정한 경우는 안경을 착용하지 않은 경우와 같은 상태로써 약 16.5△(공식(2))의 폭주 요구량이 요구된다. 이러한 경우는 2.19△의 폭주 요구량의 차이가 발생한다.

둘째는 이전까지 원용 안경(+)을 쓰고 근거리를 주시한 경우에 익숙해진 프리즘 값과 근용 안경을 쓰고 근거리를 주시한 경우의 프리즘 값이 같아지도록 P.D를 조정된 근용 P.D-A에 의한 방법이다. 장점은 첫째로 코 방향으로의 설계점 편위 값은 원용 안경의 굴절력이 증가할수록 감소한다. 따라서 근용 P.D-A를 통해 설계한 근용 안경 렌즈의 직경과 무게는 원용 안경의 렌즈직경과 무게에 비교하였을 경우에 근용 중심점간의 거리를 기준으로 설계한 경우보다 더 작은 차이 값을 갖는다. 둘째는 근용 안경의 굴

절력이 높은 경우에는 상의 선명도 저하는 거의 발생하지 않는다. 왜냐하면 코 방향으로의 설계점 편위 값이 매우 작은 관계로 렌즈광축이 안구회선점을 매우 경미하게 벗어나기 때문이다. 단점은 첫째로 렌즈의 광축이 안구회선점을 지나지 않는 관계로 비구면렌즈의 경우에 상의 선명도가 저하될 가능성이 있다. 둘째는 원용굴절력이 작은 경우에는 코 방향으로의 설계점 편위 값이 상대적으로 큰 관계로 근용 중심점간의 거리를 기준으로 한 경우와 별 차이가 없다. 따라서 상대적으로 유효직경이 큰 교정렌즈가 필요하다.

마지막은 렌즈의 광축이 안구회선점을 지나가는 경우이다(원용 P.D). 장점은 선명한 상을 얻을 수 있고 근거리 주시의 경우에 시선의 변화를 통한 구면오류(spherical error), 난시오류(astigmatic error)에 대해 양안의 차이가 발생하지 않는다. 단점은 근거리 주시점에서 프리즘 기저외방을 통한 융합성 폭주 값의 증가이다.

근용 안경의 굴절력이 (+)[원용 안경 굴절력(+)]인 경우에는 단정적으로 어떤 설계점 결정 방식이 옳다고 말할 수가 없다. 하지만 안정피로 관점에서 본 연구 데이터 결

과에 의할 경우에 근용 P.D-A를 기준으로 조제가공 하는 경우가 상대적으로 안정피로가 적은 근용 안경을 제작하는 방법으로 나타났다.

## 참고문헌

- [1] Wolfgang S. and Johannes E., "Brillenanpassung", Optische Fachveroeffentlichung GmbH, Heidelberg, pp. 40-46(1997).
- [2] Roland E., "Die Optik des Auges und der Sehhilfen", Optische Fachveroeffentlichung GmbH, Heidelberg, pp. 114-118, 127-128(1995).
- [3] Heinz Diepes, "Optische Brillenanpassung", ZVA-Forbildungswerk, Germany, pp. 33-41(1995).
- [4] Heinz Diepes, "Refraktions Bestimmung", optische Fachveroeffentlichung GmbH, Heidelberg, pp. 402-403(2004).
- [5] 성풍주, "안경광학", 3판, 대학서림, 서울, pp. 266-271(2003).
- [6] 윤경한, "노안의 근용가입도에 관한 연구", 한국안광학회지, 11(1):1-5(2006).
- [7] 김재민, 유근창, "눈의 이해와 검사", 현문사, 서울, pp. 137-145(2002).
- [8] 신진아, "안기능 검사", 한미의학, 서울, pp. 283-292(2003).

## The Understanding of Determination of Horizontal Centration Point of Single-vision Reading Glasses

Min Ho Kim\* and Hyun-il Kim

Department of Ophthalmic Optics, Chodang University

\*Florence Optical Shop

(Received April 24, 2009; Revised May 25, 2009; Accepted June 4, 2009)

**Purpose:** The purpose of this study is to compare degrees of asthenopia in after wearing of dispensed reading glasses with different criterion of P.D. **Methods:** The person who has minus near correction power (distance correction value (-)) is compared to the degree of asthenopia by wearing of dispensed reading glasses with near P.D(-B) and distance P.D. The person who has plus near correction power is compared to degree of asthenopia by wearing of dispensed reading glasses with near P.D-B, distance P.D, near P.D-A. The "Near-P.D-A" means reduced optical centre distance of reading glasses of positive correction value at which the same effect of prism B.O through near visual point in distance glasses exist at near visual point in reading glasses. **Results:** When near correction value is (-), dispensed reading glasses with distance P.D have caused less asthenopia than dispensed glasses with near P.D-B. When the near correction value is (+), we cannot confirm that which P.D is more useful for reading glasses. As a result of this study, dispensed reading glasses with near P.D-A have caused less asthenopia than another criterion of P.D. **Conclusion:** The effect of prism B.I through a near visual point in distance glasses ((-) correction value) reduce convergence demand. Therefore (-) correction value-reading glasses support convergence in near vision, because the effect of prism B.I of reading glasses is smaller than that of distance glasses. When the near correction value is (+), centration points can be determined by one of near P.D-A, near P.D-B, distance P.D.

**Key words:** centration point, near-P.D-B, near-P.D-A, distance P.D