

회 반복 실시하여 평균을 결과 값으로 하였다.

4) 조절용이성

조절용이성 검사는 $\pm 1.00D$, $\pm 2.00D$, $\pm 3.00D$ 의 플리퍼로 'Accommodation Word Rock Cards(No.5, 20/30)' (Bernell Co. USA)를 사용하여 양안에서 실시하였다. 검사 거리를 40 cm로 유지시키고, 1분 동안 측정하였다. 측정은 플리퍼의 (+)D렌즈를 눈앞에 위치시킨 후 시표가 선명해지는 순간 (-)D렌즈로 반전시켜 플리퍼를 완전히 반전하였을 때를 1회(Cycle)로 기록하였다.

5) 폭주근점 검사

폭주근점은 양안에서 'Push-Up' 방법을 이용하여 40 cm에서 대상자의 눈앞으로 당겨 연필 끝이 두 개로 분리되는 분리점과, 연필 끝을 눈에서부터 멀게 하였을 때 다시 하나로 보이게 되는 회복점을 측정하여 기록하였다.

6) 버전스용이성 검사

버전스용이성검사는 12△ BO과 3△ BI의 프리즘이 장착된 복수 시험테(Flipper)를 이용하여 40 cm의 거리에서 측정하였다. 검사는 먼저 3△ BI을 대상자의 눈앞에 위치시켜 시표가 한 개이면서 선명하면 반전하여 12△ BO을 부가하여 주시하는 순서로 측정하여 폭주자극의 오차를 줄였다. 측정은 'Accommodation Word Rock Cards(No.5, 20/30)'를 이용하여 1분 동안 BI과 BO을 반전하였을 때를 1회(Cycle)로 기록하였다.

7) 근거리 선명시역 검사

선명시역 검사는 조절 근점 봉(Bernell. USA)을 이용하여 양안에서 'Push-Up, Push-Down' 방법을 이용하여 밝은 조명아래 40 cm 거리에서 시표를 대상자의 눈앞으로 가까이 당겨 최초 흐림이 나타나는 거리와 시표를 눈에서 멀리하면서 최초 흐림이 나타나는 사이 거리를 측정하였다. 검사에 사용된 시표는 근거리 시표 20/30 크기를 사용하여 양안으로 실시하였다. 검사는 정확성을 위해 3회 반복 실시하여 평균을 결과 값으로 기록하였다.

6. 대비감도 검사

대비감도 검사는 검사 결과의 정확성을 위해 약한 실내 조명(3 cd/m^2 이하)에서 표준화된 Optec 6500® Vision Tester를 사용하여 양안의 대비감도를 측정하였다. 검사시표는 원거리검사에서 'Far point Functional Acuity Contrast Test(3000-171~175)'를 이용하였고, 근거리 대비감도 검사는 'Near F.A.C.T® Contrast Sensitivity Monocular(3000-

176, 177)'를 이용하여 검사하였다. 검사항목은 밝은 조명의 원거리 대비감도, 어두운 조명의 원거리 대비감도, 어두운 조명에서 글래어(Glare) 상태의 원거리 대비감도, 밝은 조명에서 근거리 대비감도의 4가지 상태로 구분하여 검사하였다. 밝은 조명에서 원거리 대비감도와 근거리 대비감도의 검사는 밝은 조명(Photopic, 약 85.0 cd/m^2)의 상태에서 실시하였고, 어두운 조명의 원거리와 글래어 상태의 검사는 어두운 조명(Mesopic, 3.0 cd/m^2 이하)의 상태에서 검사를 실시하였다. 원거리와 근거리의 모든 검사는 1.5(A), 3(B), 6(C), 12(D), 18(E) cpd(cycle per degree)의 공간주파수에 대해 측정하였고, 낮은 공간주파수에서 높은 공간주파수의 순서로 보이는 차례대로 읽게 하여 마지막으로 읽었을 때의 값을 측정하였다.

7. 설문조사

설문조사는 단초점렌즈와 멀티포컬 소프트렌즈를 각각 2주일 동안 착용한 후 전반적 만족도(적응, 원거리 시력, 근거리 시력, 움직임, 독서, 컴퓨터 작업 등)와 선호도 항목들로 구성하여 2주일 후 각각의 렌즈를 비교하여 실시하였다. 만족도와 선호도는 최저 0에서 최고 5점까지 점수를 부여하도록 하였다.

8. 통계처리

본 연구의 검사 결과의 통계학적 검증은 단초점 소프트렌즈와 멀티포컬 소프트렌즈의 차이점 및 유의성을 알아보기 위해 SPSS(version 17.0 K for windows)를 이용하여 하나의 표본으로부터 둘 이상의 자료를 얻고 이를 검정하는 대응표본 t-test를 이용하여 통계적 분석을 통해 검정하였고 이 때 신뢰구간 95%로 $p < 0.05$ 일 때 통계적 유의성이 있다고 규정하였다.

결 과

1. 시력검사

대상자의 원거리 양안교정시력은 단초점렌즈에서 평균 1.26 ± 0.25 이고, 멀티포컬 소프트렌즈를 착용했을 때 평균 1.30 ± 0.24 로 나타났으며 근거리 양안시력검사에서도 단초점렌즈는 평균 1.30 ± 0.20 , 멀티포컬 소프트렌즈에서 1.35 ± 0.25 로 나타나 멀티포컬 소프트렌즈 착용 후 원거리와 근거리에서 약간 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

2. 입체시

원거리의 입체시는 단초점렌즈에서 23.57 ± 8.19 초(seconds of arc), 멀티포컬 소프트렌즈에서 25.00 ± 8.32 초,

Table 2. Visual acuity and stereoacuity (Distance, Near) with single vision contact lenses and low addition multifocal contact lenses after 2 weeks (Mean $\pm$ SD)

		SV	MF	p-value
Distance	Binocular VA	1.26 $\pm$ 0.25	1.30 $\pm$ 0.24	0.719
	Stereoacuity(sec)	23.57 $\pm$ 8.19	25.00 $\pm$ 8.32	0.302
Near	Binocular VA	1.30 $\pm$ 0.20	1.35 $\pm$ 0.25	0.651
	Stereoacuity(sec)	42.14 $\pm$ 5.79	42.85 $\pm$ 6.11	0.775

SV : Single vision lenses MF : Multifocal lenses
VA : Visual acuity SD : Standard deviation

근거리 입체시는 단초점렌즈 42.14 $\pm$ 5.79초, 멀티포컬 소프트렌즈 42.85 $\pm$ 6.11초를 보여 통계적으로 차이가 없었다(Table 2).

3. 조절근점

단초점렌즈에서 양안의 조절근점은 8.36 $\pm$ 1.57 cm, 멀티포컬 소프트렌즈의 경우 8.21 $\pm$ 1.92 cm로 멀티포컬 렌즈에서 조금 짧은 것으로 나타났다(Table 3).

4. 조절용이성

$\pm$ 1~3.00D 플리퍼를 이용한 조절용이성은 $\pm$ 3.00D로 측정된 경우, 단초점렌즈는 6.86 $\pm$ 5.04 cpm, 멀티포컬 소프트렌즈는 10.14 $\pm$ 6.32 cpm로 나타나 통계적으로 의의가 있는 차이가 있었고 $\pm$ 1.00, $\pm$ 2.00 D에서도 멀티포컬렌즈가 높게 측정되었다(Table 3).

5. 폭주근점

단초점렌즈를 착용하고 측정한 폭주근점 검사에서 분리점은 7.47 $\pm$ 2.06 cm, 멀티포컬 소프트렌즈의 경우 6.71 $\pm$ 1.95 cm로 멀티포컬 소프트렌즈의 회복점이 짧았다. 폭주근점의 회복점은 단초점렌즈의 경우 9.51 $\pm$ 1.83 cm, 멀티포컬 소프트렌즈에서 8.01 $\pm$ 1.91 cm로 멀티포컬 소프트렌즈에서의 회복점이 짧게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 3).

6. 버전스 용이성

단초점렌즈를 착용하고 12 Δ BO과 3 Δ BI을 장입하여 검사한 버전스 용이성 검사의 경우 13.93 $\pm$ 6.89 cpm, 멀티포컬 소프트렌즈는 13.46 $\pm$ 6.82 cpm로 유의한 차이는 없었다(Table 3).

7. 근거리 선명시역

단초점 렌즈를 착용한 후 근거리(40 cm)에서 선명시역을 측정한 결과, 원점은 41.95 $\pm$ 16.83 cm, 근점은 8.95 $\pm$

Table 3. Near point of accommodation (NPA), accommodative facility, near point of convergence (NPC) and vergence facility with single vision contact lenses and low addition multifocal contact lenses after 2 weeks (Mean $\pm$ SD)

		Single Vision	Multifocal	p-value
NPA (cm)		8.36 $\pm$ 1.57	8.21 $\pm$ 1.92	0.789
Accommodative facility (cpm)	$\pm$ 1.00 D	20.07 $\pm$ 5.51	25.14 $\pm$ 5.93	0.189
	$\pm$ 2.00 D	13.43 $\pm$ 4.88	15.36 $\pm$ 6.70	0.169
	$\pm$ 3.00 D	6.86 $\pm$ 5.04	10.14 $\pm$ 6.32	0.045
NPC (cm)	Break point	7.47 $\pm$ 2.06	6.71 $\pm$ 1.95	0.195
	Recovery point	9.51 $\pm$ 1.83	8.01 $\pm$ 1.91	0.014
Vergence facility (cpm)		13.93 $\pm$ 6.89	13.46 $\pm$ 6.82	0.786

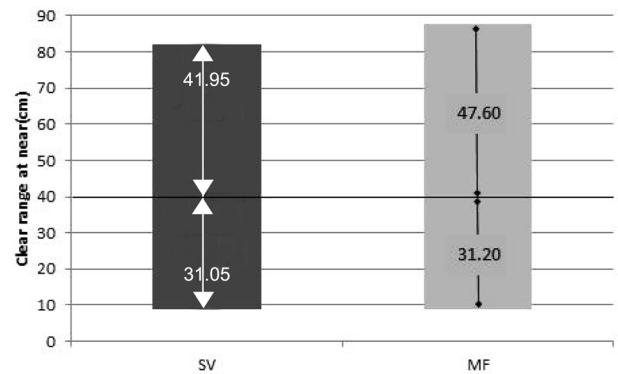


Fig. 3. Comparison of clear range with single vision contact lenses and low addition multifocal contact lenses after 2 weeks.

2.47 cm, 선명시역의 범위는 73.00 $\pm$ 16.80 cm이고, 멀티포컬렌즈를 착용한 상태에서의 원점은 47.60 $\pm$ 12.66 cm, 근점은 8.80 $\pm$ 2.71 cm, 선명시역의 범위는 78.80 $\pm$ 13.50 cm으로 멀티포컬 렌즈에서 선명시역이 넓은 것으로 나타났다(Fig. 3).

8. 대비감도

단초점렌즈를 착용하고 밝은 조명(Photopic, 85 cd/m²)에서 검사한 양안의 대비감도는 A 55.26, B 100.92, C 138.88, D 58.50, E 30.57, 멀티포컬 소프트렌즈를 착용 후 A 68.80, B 104.46, C 140.00, D 58.57, E 32.26로 나타났다. 어두운 조명(Mesopic, 3 cd/m²)에서 측정한 양안의 원거리 대비감도는 단초점렌즈에서 A 59.34, B 84.50, C 81.46, D 24.23, E 8.61, 멀티포컬 소프트렌즈의 착용 후 A 59.46, B 85.15, C 84.07, D 28.07, E 10.65로 나타나 모든 공간주파수에서 비슷하게 나타났다. 어두운 조명에서 눈부심 상태의 원거리 대비감도는 단초점렌즈에서 A 45.00, B 53.03, C 58.69, D 16.76, E 8.19, 멀티포컬 소

Table 4. Contrast sensitivity with single vision contact lenses and low addition multifocal contact lenses after 2 weeks (Mean $\pm$ SD)

			Frequency (cpd)				
			1.5(A)	3(B)	6(C)	12(D)	18(E)
Distance	Photopic	SV	55.26 $\pm$ 18.96	100.92 $\pm$ 28.08	138.88 $\pm$ 27.66	58.5 $\pm$ 24.14	30.57 $\pm$ 15.78
		MF	68.80 $\pm$ 24.13	104.46 $\pm$ 28.09	140.00 $\pm$ 22.34	58.57 $\pm$ 16.25	32.26 $\pm$ 15.38
		p	0.011	0.325	0.923	0.591	0.377
	Mesopic	SV	59.34 $\pm$ 18.27	84.50 $\pm$ 31.98	81.46 $\pm$ 36.85	24.23 $\pm$ 19.01	8.61 $\pm$ 7.28
		MF	59.46 $\pm$ 15.80	85.15 $\pm$ 21.66	84.07 $\pm$ 30.17	28.07 $\pm$ 18.46	10.65 $\pm$ 6.73
		p	0.906	0.155	0.905	0.130	0.226
	Mesopic + glare	SV	45.00 $\pm$ 21.06	53.03 $\pm$ 27.07	58.69 $\pm$ 33.50	16.76 $\pm$ 12.52	8.19 $\pm$ 7.55
		MF	41.53 $\pm$ 19.72	53.65 $\pm$ 20.91	56.73 $\pm$ 26.67	22.76 $\pm$ 19.76	8.19 $\pm$ 5.96
		p	0.571	0.913	0.553	0.561	0.341
Near	Photopic	SV	30.80 $\pm$ 10.31	46.23 $\pm$ 16.32	48.57 $\pm$ 18.78	30.26 $\pm$ 13.40	12.15 $\pm$ 3.83
		MF	30.05 $\pm$ 12.00	44.73 $\pm$ 19.11	47.11 $\pm$ 15.18	31.92 $\pm$ 13.32	12.34 $\pm$ 5.61
		p	0.664	0.990	0.965	0.325	0.267

p: p-value

프트렌즈 착용 후 A 41.53, B 53.65, C 56.73 D 22.76, E 8.19로 나타났고, 3 cpd와 6 cpd, 18 cpd의 공간주파수 영역에서 비슷하게 나타났지만, 12 cpd 영역에서는 멀티포컬 소프트렌즈가 높게 나타났다. 밝은 조명에서 측정한 양안의 근거리 대비감도는 단초점렌즈 착용 후 A 30.80, B 46.23, C 48.57, D 30.26, E 12.15, 멀티포컬 소프트렌즈의 착용 후 검사는 A 30.57, B 44.73, C 47.11, D 31.92, E 12.34로 모든 공간주파수 영역에서 비슷하게 나타났다(Table 4). 원거리와 근거리의 양안 대비감도에서 멀티포컬 소프트렌즈의 착용이 단초점렌즈 착용시와 전반적으로 모든 공간주파수 영역에서 비슷하거나 높은 공간주파수의 영역에서는 멀티포컬 소프트렌즈가 더 높게 나타났다.

9. 설문조사

1) 전반적인 만족도 항목 비교

콘택트렌즈의 착용에서 전반적인 만족도 항목을 비교한 결과 근거리와 관련한 항목에서 멀티포컬 소프트렌즈와 단초점렌즈를 착용하였을 때 만족도 개선에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다. 전반적인 근거리 시력(p=0.00), 독서할 때(p=0.01), 책상에서 작업할 때(p=0.02), 컴퓨터로 작업할 때(p=0.00)의 항목에서 멀티포컬 소프트렌즈 착용하였을 때 더 만족하였다. 원거리와 관련된 항목 즉, 전반적인 원거리 시력(p=0.00), 서서 멀리 볼 때(p=0.00), 움직일 때(p=0.00), 움직이는 물체를 볼 때(p=0.00)에는 단초점렌즈를 착용했을 때 만족하는 경향이 있었다. 적응의

Table 5. Overall satisfaction with single vision lenses and low addition multifocal contact lenses after 2 weeks (Mean $\pm$ SD)

Comfort	Single vision	Multifocal	p-value
Easy to adapt	3.32 $\pm$ 0.62	3.34 $\pm$ 0.68	0.00
Time to adapt	3.96 $\pm$ 0.73	3.73 $\pm$ 1.00	0.00
Distance vision	3.76 $\pm$ 0.87	3.57 $\pm$ 0.75	0.00
Standing seeing far	3.68 $\pm$ 0.80	3.65 $\pm$ 0.74	0.00
Moving	3.56 $\pm$ 0.82	3.34 $\pm$ 0.79	0.00
Seeing the objects moving	3.44 $\pm$ 0.86	3.15 $\pm$ 0.78	0.00
General near vision	3.40 $\pm$ 0.86	3.65 $\pm$ 0.89	0.00
Reading	2.88 $\pm$ 0.83	3.26 $\pm$ 0.91	0.01
Working at a desk	2.92 $\pm$ 0.86	3.26 $\pm$ 0.87	0.02
Working at a computer	2.88 $\pm$ 0.83	3.30 $\pm$ 0.73	0.00

용이성(p=0.00)과 신속한 적응(p=0.00)은 단초점렌즈에서 용이한 것으로 나타났다(Table 5, Fig. 4).

2) 선호도

원거리 작업과 관련한 선호도에 대한 반응은 단초점렌즈 3.68 $\pm$ 0.94점, 멀티포컬 소프트렌즈 3.53 $\pm$ 0.76점으로 원거리 작업에 있어 단초점렌즈 착용을 더 선호하였다. 근거리 작업과 관련한 선호도는 단초점렌즈 3.40 $\pm$ 0.81점, 멀티포컬 소프트렌즈 3.53 $\pm$ 0.85점으로 멀티포컬 소프트렌즈를 착용한 후 근거리 작업에서 더 선호도가 높게 나타났다. 시각적 피로감과 관련한 선호도는 단초점렌즈

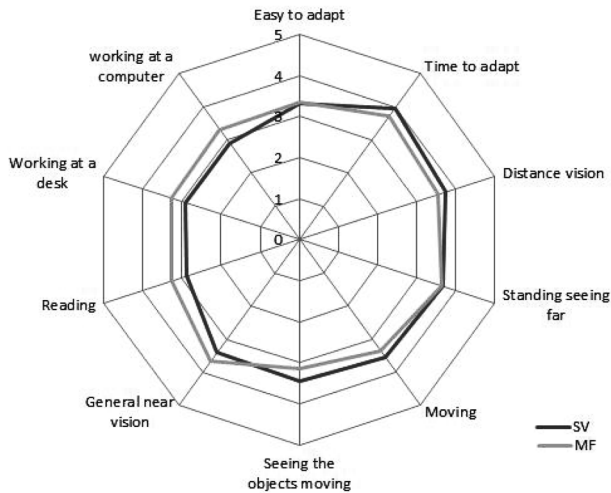


Fig. 4. Comparison of 2 weeks for overall satisfaction with single vision lenses and low addition multifocal contact lenses.

Table 6. Preference with single vision lenses and low addition multifocal contact lenses after 2 weeks (Mean ± SD)

Questionnaire	Single vision	Multifocal	p-value
Distance work	3.68±0.94	3.53±0.76	0.00
Near work	3.40±0.81	3.53±0.85	0.00
Eye fatigue	2.92±0.70	2.80±0.80	0.01
Eye comfort	3.32±0.62	3.34±0.68	0.00

2.92±0.70점, 멀티포컬 소프트렌즈 2.80±0.80점으로 나타나 단초점렌즈 착용 후 선호도가 높게 나타났다. 시각적 편안함은 단초점렌즈(3.32±0.62점)보다 멀티포컬 소프트렌즈(3.34±0.68점)를 착용하였을 때 더 선호도가 높게 나타났다, 원거리와 근거리 작업, 시각적 피로감과 편안함의 항목은 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 6).

고 찰

멀티포컬 소프트렌즈는 모노비전과 더불어 노안의 경우 근거리 주시와 관련하여 발생하는 흐림 현상을 교정하기 위해 이용되고 있다^[13]. 본 연구에서는 콘택트렌즈를 착용하는 노안 이전의 사람들 중 근업이 많은 젊은 대학생을 대상으로 하여 근거리 작업에서 멀티포컬 소프트렌즈의 착용이 단초점렌즈에 비해 시기능에 대한 차이가 있는지를 조사하였다.

원거리와 근거리 시력은 단초점렌즈와 멀티포컬 소프트렌즈에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 다른 연구에서도 안경과 멀티포컬 콘택트렌즈를 비교하였을 때 원거리와 근거리 시력에서 비슷하게 측정되었다^[6]. 장시간 근거리

작업시 동반되는 조절은 안정피로를 유발하는 원인이 되므로 조절을 최소화 하도록 하는 것이 바람직하다. 근거리 작업에서 발생하는 안정피로는 증후성, 조절성, 근성, 신경성 및 전신반응성 등으로 나눌 수 있는데 조절성 및 근성이 가장 많은 영향을 차지한다. 조절과 폭주에 관련된 조절근점 및 폭주근점, 조절용이성 검사는 편안하고 안정적인 근거리 작업과 조절현상의 유지를 위해 중요하고, 안정피로의 원인을 진단할 수 있는 기초 자료가 된다^[14]. 조절근점 검사는 우리 눈이 최대로 조절할 수 있는 능력을 측정하기 위한 검사로, Hofstetter^[15]가 제안한 나이에 따라 예상조절력을 기준으로 조절력의 부족을 판단한다. 본 연구에서 측정한 조절근점을 기준으로 평균 조절력을 환산하였을 때 단초점렌즈 착용 시 11.96 D, 멀티포컬렌즈 착용 시 12.18 D로 Hofstetter가 제안한 평균 조절력에 상응하는 값으로 나타났고, 멀티포컬렌즈 착용 시 조절력이 더 높게 측정되었는데, 이는 멀티포컬렌즈를 착용하였을 때 조절력이 보완되었다고 볼 수 있다. 조절용이성은 조절자극을 변화하였을 때 대응하여 일어나는 조절반응의 변화가 부드럽고 효과적으로 반응하는 능력을 의미한다. 눈의 조절기능을 평가하는데 중요한 임상적 자료로 사용되며, 정상범위는 성인에서 ±2.00 D 플리퍼로 1분에 12 cycle 이다. 조절 용이성 검사는 양안시기능의 이상을 진단하는데 정보를 제공할 수 있는 것으로 알려져 있는데, Cacho^[16]는 ±2.00 D의 도수는 조절용이성 검사시 조절부족을 판단하는데 가장 적합하고 가장 많이 활용되는 도수라고 하였다. 본 연구에서는 정상범위에 속하였지만 단초점렌즈보다 멀티포컬렌즈 착용 후 증가하게 나타났는데 김 등^[5]도 단초점 안경렌즈보다 가입도가 포함된 기능성 누진가입도 렌즈를 착용 시 더 향상되었다고 연구하였다. 이는 멀티포컬렌즈의 가입도가 조절 부담을 덜어주어 조절 자극과 이완의 변화에 있어 더 효율적으로 작용할 수 있을 것으로 볼 수 있다.

폭주 근점은 임상적으로 양안시 기능 검사의 기본검사에서 비사시성에서 폭주 부족을 진단하는데 도움이 되는데^[17], 본 연구에서 폭주 근점은 단초점렌즈를 착용하였을 때보다 멀티포컬 소프트렌즈에서 분리점과 회복점이 가깝게 나타났다. 이것은 융합을 유지하며 최대로 폭주할 수 있는 능력인 폭주근점이 멀티포컬 소프트렌즈를 착용하였을 때 개선되었다고 볼 수 있다.

입체시는 거리감각을 느낄 수 있는 기능 중의 하나로 양안 시차에 의하여 발생하는 시각 현상이다. 눈의 전반적인 기능에 대해 종합적으로 측정할 수 있으며, 입체시가 가능하기 위해서는 동시시와 융합의 단계를 거친 양안단일시가 정상적으로 이루어져야 한다^[18]. 양안의 망막 시차에 의하여 물체를 입체적으로 볼 수 있게 되는데, 정상인의

입체시 시력은 근거리에서 대략 30~50초로 양안시 기능의 기본 조건이 된다^[19]. 본 연구의 근거리 입체시 검사는 모두 정상범위인 40초(sec of arc)와 비슷한 값으로 나타났다. 원거리의 입체시도 단초점렌즈와 멀티포컬 소프트렌즈에서 비슷하여 의미 있는 차이가 나타나지 않았다. 이는 본 연구에 참여한 대상자의 경우 근업량은 많지만 젊기 때문에 충분한 조절력으로 인해 원거리와 다르게 근거리의 입체시는 정상범위에서 비슷하게 나타난 것으로 볼 수 있다.

대비감도 검사는 다양한 크기와 대비에 대해서 시기능을 광범위하게 평가할 수 있어 시생활의 질을 평가하는 척도로 사용되거나 안질환이나 수술 후 시력의 회복 정도를 파악할 수 있는 지표로 이용되기도 한다^[20]. 뿐만 아니라 콘택트렌즈 처방에도 적용되는데 미교정된 잔여 난시는 높은 공간주파수에서의 대비감도 감소를 보이고, 콘택트렌즈 침착물은 새 렌즈에 비해 중간과 높은 공간주파수의 대비감도 감소를 나타낸다. 또한 콘택트렌즈의 착용이 수차를 증가시키거나 감소시켜 대비감도에 영향을 미칠 수 있는데, 이는 동공의 크기, 조절, 각막과 렌즈의 기하학적 영향 등에서 기인한다^[20]. 콘택트렌즈와 각막에서 문제가 있는 경우는 높은 공간주파수에서 저하가 발생하며, 멀티포컬 소프트렌즈와 모노비전에서 근거리 주시에 해당하는 가입도 부분은 원거리와 근거리 시력에서 초점심도를 깊게 하지만 낮은 대비감도를 갖게 된다는 사실이 보고되었다. 이는 입사되는 빛이 두 개의 초점으로 분리되므로 인해 각 초점에 주어지는 조도량이 줄어들게 되어 대비감도가 감소하게 되며 조도의 변화에 따라 시력 및 시야의 감소도 발생할 수 있기 때문이라고 하였다^[21]. 본 연구에서 측정된 밝은 조명에서 원 · 근거리 대비감도, 어두운 조명에서 대비감도, 어두운 조명에서 눈부심 상태의 대비감도는 모든 공간주파수 영역에서 멀티포컬 소프트렌즈 착용 후 단초점렌즈와 비슷하거나 멀티포컬 소프트렌즈에서 높게 나타났다. 임상적으로 의미가 있는 높은 공간주파수 12 cpd, 18 cpd의 영역에서는 멀티포컬 소프트렌즈의 착용 후 단초점렌즈보다 높게 나타났지만 근거리의 대비감도는 모든 공간주파수 영역이 비슷하게 나타났다. 김 등^[22]은 기능성 누진가입도안경렌즈를 착용한 후 근거리 대비감도를 측정하였을 경우 근용부에서 (+)굴절력의 영향으로 단초점안경렌즈보다 상이 확대되어 작은 것을 구별할 수 있는 분해능이 증가되어 대비감도가 통계적으로 유의하게 향상되었다고 연구하였다. 콘택트렌즈 착용시 상의 확대효과를 얻을 수는 없지만, 본 연구에서 실생활에서 대면하는 중간 공간주파수 영역과, 시력의 질을 평가하는 데 있어 의미를 가지는 높은 공간주파수 영역에서 멀티포컬 소프트렌즈의 착용은 단초점렌즈와 비슷하거나 높게 나타나

멀티포컬 소프트렌즈의 사용은 단초점렌즈와 함께 시력의 질을 향상시켜 줄 수 있다고 사료된다.

전반적인 만족도에 대한 설문조사 결과, 원거리 작업과 관련해서 단초점렌즈 착용 시 보다 더 만족했고, 근거리 작업과 관련된 항목은 멀티포컬 소프트렌즈의 착용에서 보다 만족감을 나타냈다. 김 등^[19]은 가입도가 포함된 안경이나 콘택트렌즈를 착용하고 정적인 상태의 근거리 작업을 할 경우, 안정피로가 보다 덜하여 편안함을 느꼈고 단초점안경보다 높은 선호도를 보인 것으로 나타나 본 연구 결과와 함께 근업 시 가입도에 대한 대상자의 만족감을 알 수 있었다. 멀티포컬 소프트렌즈에서 원거리와 관련된 항목을 보면 정적인 상태와 관련된 항목의 만족도보다 동적인 상태의 만족도가 낮아진 것으로 나타났는데, 이는 멀티포컬 소프트렌즈의 설계 특성상 동적인 상태이거나 주시에서 시선의 이동에 따라 인지되는 선명상과 흐림상으로 인해 시력의 불안함이 발생하여 동적일 때의 만족도가 저하되는 것으로 생각된다.

선호도 항목에서 또한 원거리 작업과 관련해서 단초점렌즈를, 근거리 작업과 관련하여 멀티포컬 소프트렌즈를 더 선호하였는데, 정적인 상태의 근거리 작업에 대해 발생하는 안정피로와 관련해서 멀티포컬 소프트렌즈의 착용에서 보다 더 편안함을 느껴 단초점렌즈보다 높은 선호도를 보인 것으로 사료된다.

누진 다초점 안경렌즈 또는 기능성 안경렌즈의 사용은 확대된 상을 얻어 근거리 시생활을 향상시켜 줄 수 있지만 주시거리에 따른 선명상을 얻기 위해 머리의 움직임과 시선의 이동에 주의하여야 하고 주변부 비점수차 발생으로 인한 단점이 존재한다. 이에 비해 멀티포컬 소프트렌즈는 착용이 간단하고 시선의 이동과 함께 렌즈가 이동하여 광학적 오류가 적은 장점이 있다. 그리고 양안시 기능 이상의 있는 경우에는 가입도로 인해 조절성 폭주량이 감소하여 안위는 더 외편위 상태가 되고, 콘택트렌즈는 안경보다 폭주나 조절을 더 해야하므로 양안시 이상을 고려하여야 한다. 이와 같이 가입도 렌즈를 착용함으로써 (+)도수의 효과를 얻는 대신 양안시 기능에 영향을 줄 수 있으므로 이와 관련된 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

멀티포컬 소프트렌즈의 착용에서 나타난 조절력 및 대비감도 등의 검사 결과와 근거리 작업과 관련해서 설문조사에서 보다 큰 만족도와 선호도를 나타낸 것으로 미루어 조절력이 풍부한 대상일지라도 장시간 근업을 하는 대상자에서 멀티포컬 소프트렌즈의 사용은 단초점렌즈와 더불어 유용한 선택이 될 수 있을 것으로 사료되나, 멀티포컬 소프트렌즈의 착용 후 발생할 수 있는 복시와 눈부심, 원거리 시력 흐림 등의 요인과 양안시 기능과 관련한 후속 연구가 필요하다고 생각된다.

결론

본 연구는 근거리 작업이 많은 노안 이전의 젊은 대학생을 대상으로 단초점렌즈와 멀티포컬 소프트렌즈를 각각 2주간 착용하게 하여 원거리 교정시력, 근거리 교정시력, 원거리 입체시, 근거리 입체시, 조절근점, 조절용이성, 폭주근점, 버전스 용이성, 근거리 선명시역, 대비감도의 검사와 만족도와 선호도 항목의 설문조사를 통해 멀티포컬 소프트렌즈의 착용이 근거리와 관련해 시기능에 미치는 영향을 단초점렌즈와 임상성능을 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 원거리와 근거리 교정시력 및 입체시는 멀티포컬 소프트렌즈와 단초점렌즈에서 차이가 없었다.

2. 양안의 조절근점도 단초점렌즈보다 멀티포컬 소프트렌즈에서 짧은 것으로 나타났다.

3. 폭주근점의 분리점과 회복점이 멀티포컬 소프트렌즈를 착용하였을 때 눈에서 가깝게 나타났다.

4. 조절용이성은 멀티포컬 소프트렌즈 착용 후 높게 나타났다.

5. 버전스 용이성은 두 렌즈 사이에 차이가 없었다.

6. 대비감도는 모든 항목에서 멀티포컬 소프트렌즈와 단초점렌즈를 착용하였을 때 비슷하게 측정되었다.

7. 만족도와 관련한 설문조사에서 원거리시력과 관련한 항목(원거리 시력, 서서 멀리 볼 때, 움직일 때, 움직이는 물체를 볼 때)은 단초점렌즈에서, 근거리와 관련된 항목(근거리 시력, 독서시, 책상에서 작업할 때, 컴퓨터 할 때)은 소프트 멀티포컬 렌즈의 착용 후 만족도가 높게 나타났다.

8. 설문조사의 선호도 항목에서 원거리 작업과 시각적 피로감은 단초점렌즈를 착용하였을 때 선호하였고, 근거리 작업과 시각적 편안함은 멀티포컬 소프트렌즈를 착용하였을 때 선호도가 높게 나타났다.

결론적으로 노안 이전의 근거리 작업이 많은 대학생에서 멀티포컬 소프트렌즈를 착용하였을 때, 시기능의 개선이 나타나는 것을 볼 수 있었고, 근거리와 관련된 항목에서 만족도와 선호도가 높게 나타나 근거리 작업이 많은 대학생에서 멀티포컬 소프트렌즈의 사용이 유용할 것으로 보이며, 멀티포컬 소프트렌즈의 착용 후 발생할 수 있는 복시와 눈부심, 원거리 시력 흐림 등의 요인과 양안시 기능과 관련한 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] 박창준, 유진성, 김재호, “VDT 작업자에서 휴식에 따른 조절기능의 변화”, 대한안과학회지, 35(7):790-794(1994).
- [2] 김재찬, 신경환, 김학철, 우창하, “영상화면 단말기(VDT) 작업자의 안기능 변화에 대한 연구”, 대한안과학회지, 32(12):1137-1144(1991).
- [3] 유진성, 윤정우, 김재호, “VDT 작업이 조절기능에 미치는 영향”, 대한안과학회지, 33(7):693-697(1992).
- [4] Millodot Michel J. E., “Dictionary of Optometry and Visual Science”, Butterworth-Heinemann, 5th Ed., Oxford. Uk. pp. 27-28(2000).
- [5] 김창진, 김현정, 김재민, “기능성 누진가입도렌즈가 대학생들의 양안시기능에 미치는 영향 비교 분석”, 한국안광학회지, 15(1):105-116(2010).
- [6] Richdale K., Mitchell G. L., and Zadnik K., “Comparison of multifocal and monovision soft contact lens corrections in patients with low-astigmatic presbyopia”, Optom. Vis. Sci., 83(5):266-273(2006).
- [7] Situ P., Du Toit R., Fonn D., and Simpson T., “Successful monovision contact lens wearers refitted with bifocal contact lenses”, Eye Contact Lens, 29(3):181-184(2003).
- [8] Zandvoort S. W., Kok J. H., and Molenaar H., “Good subjective presbyopic correction with newly designed aspheric multifocal contact lens”, Int. Ophthalmol., 17(6):305-311(1993).
- [9] Morgan P. B., Woods C. A., Tranoudis I. G., Helland M., et al. “International contact lens prescribing in 2010”, Contact lens spectrum, January (2011).
- [10] Morgan P. B., Efron N., and Woods C. A., “An international survey of contact lens prescribing for presbyopia”, Clinical and Experimental Optometry, 94(1):87-92(2011).
- [11] Erickson P. and Robby M., “Performance characteristics of a hydrophillic concentric bifocal contact lens”, Am. J. Optom. Physiol. Opt., 62(10):702-708(1985).
- [12] Erickson P., Robby M., Apollonio A., and Jones W. F., “Optical design considerations for contact lens bifocals”, J. Am. Optom. Assoc., 59(3):198-202(1988).
- [13] Fonn D. and du Toit F., “Determination of lens prescription for monovision and Acuvue Bifocal contact lenses”, BCLA. Annual Clinical Conference (2002).
- [14] 고경호, 전인철, 권미정, 김학준, 변장원, 마기중, “조절기능 개선을 위한 렌즈의 임상성능 분석”, 대한시과학회지, 10(3):225-238(2008).
- [15] Hofstter H. W., “A comparison of Duane's and Donders' table of the amplitude of accommodation”, Am. J. Optom., 21:345-363(1944).
- [16] Cacho P., Garcia A., Lara F., and Segui M. M., “Diagnostic signs of accommodative insufficiency”, Optom. Vis. Sci., 79(9):614-620(2002).
- [17] Scheiman M., and Wick B., “Clinical management of binocular vision”, Philadelphia, Lippincott-Raven, pp. 56(1994).
- [18] 전영윤, 주석희, 박성종, “원거리 사위도가 입체시에 미치는 영향”, 한국안광학회지, 13(1):101-105(2008).
- [19] 이동욱, 나영수, 이경민, 이종복, “양안의 망막 조도가 입체시에 미치는 영향”, 대한안과학회지, 44(8):1828-1832(2003).
- [20] Oen F. T., Lim T. H., and Chung M. P., “Contrast sensitiv-

- ity in a large adult population”, Ann. Acad. Med., 23:322-326(1994).
- [21] 김재민, 이민아, “콘택트렌즈와 안경 착용자의 대비감도 비교”, 한국안광학회지, 12(4):119-125(2007).
- [22] 김창진, 김현정, 김재민, “기능성 누진가입도렌즈와 단초점렌즈의 근거리 대비감도 비교”, 한국안광학회지, 15(4):381-388(2010).

Near Visual Performance of Multifocal Contact Lenses in University Students

Woo-Cheol Jeong, Soo-Hyun Kim* and Jai-Min Kim*

Department of Optometry, The Graduate School of Public Health & Welfare, Konyang University

*Department of Optometry, Konyang University

(Received February 13, 2011; Revised March 2, 2011; Accepted March 19, 2011)

Purpose: This study was to investigate visual performance and subjective satisfaction with multifocal soft contact lenses at near works in university students. **Methods:** In a cross-over study design, 26 students (6 male, 20 female) who did not have any ocular disorder with at least 20/20(1.0) binocular vision were fitted with single-vision lenses (SofLensTM59, Bausch + Lomb Co. USA) or multifocal lenses (SofLens Multifocal, Bausch + Lomb Co. USA). After 2 weeks, visual performance assessments included visual acuity, stereoacuity and contrast sensitivity function at distance and near. Near point of accommodation, accommodative facility, near point of convergence, vergence facility and near range of clear vision at near were examined. Students' satisfaction and preference were measured using survey questionnaires. **Results:** Subjects maintained at least 20/20 binocular vision with multifocal and single-vision lenses at distance and near. There was no difference between multifocal and single-vision lenses in stereoacuity, contrast sensitivity function and vergence facility at far and near. The near point of accommodation, accommodative facility, near point of convergence and the near range of clear vision with multifocal lenses were better than single-vision lenses. On the survey questionnaires, subjects reported that they preferred and satisfied with multifocal lenses with near works, and single-vision lenses with distance works. **Conclusions:** The majority of university students preferred multifocal to single vision lenses because multifocal lenses provided better visual performance at near works. This study suggests that multifocal lens is helpful for young adult in prolonged near works.

Key words: Contact lens, Multifocal contact lens, Near visual performance

국내 시판 안경렌즈의 성능 분석 및 설계

김세진 · 임현선*

국민대학교 물리학과, *극동정보대학 안경광학과

투고일(2010년 11월 15일), 수정일(2010년 12월 13일), 게재확정일(2010년 12월 18일)

목적: 국내에서 시판되는 안경렌즈의 성능을 분석하고 최적화 설계로 수차가 보정된 안경렌즈를 설계하였다. **방법:** 굴절률 1.6의 재질을 갖는 4개 회사의 $\pm 5.00D$ 의 구면 렌즈와 비구면 렌즈의 중심두께, 곡률반경, 비구면 계수를 측정하였다. Mitutoyo사의 ID-F150으로 중심두께를 측정하였고, Automation Robotics사의 FOCOVISION(SR-2)를 이용하여 곡률반경을 측정하였다. 비구면 계수는 Taylor Hobson사의 PGI 1240S로 측정하였다. 렌즈 후면부터 눈의 회선점까지의 거리 27 mm, 동공직경 4 mm, 중심시야 30°에서 적은 양의 수차를 갖는 안경렌즈를 설계하였다. 측정 렌즈보다 Axial height를 짧게 함으로써 미용 상의 이점을 높였다. 설계에는 ORA사의 Code V를 이용했다. **결과:** $-5.00D$ 비구면 렌즈는 구면 렌즈보다 비점수차와 왜곡수차는 약간 크게 나타났으나 Axial height가 짧고 가장자리 두께가 감소하여 미용 상의 장점이 있다. $+5.00D$ 비구면 렌즈는 왜곡수차의 성능이 향상되고 (-)렌즈와 마찬가지로 Axial height와 중심두께의 감소로 미용 상의 장점을 확인하였다. 최적화 과정을 통한 전면 비구면 렌즈는 비점수차와 왜곡수차가 측정 구면 렌즈보다 좋은 성능과 미용 상의 장점을 확인할 수 있다. **결론:** 국내에서 시판되는 비구면 렌즈는 수차의 성능보다는 미용 상의 장점을 키우는 Axial height의 감소와 두께의 감소에 주안점을 둔 전면 비구면 설계가 이뤄지고 있다. 최적화 설계이론을 통해 측정렌즈보다 향상된 수차성능과 미용 상의 이점을 모두 갖는 전면 비구면 안경렌즈의 설계를 하였다. 후면 비구면 렌즈의 설계를 통해 전면 비구면 렌즈보다 향상된 성능을 얻을 수 있음을 기대할 수 있다.

주제어: 안경렌즈, 비점수차, 왜곡수차, 비구면

서 론

비정시안의 교정이 목적인 안경렌즈는 비정시안이 안경을 썼을 때 좀 더 편안한 착용감을 갖도록 설계되어야 한다. 그렇기 때문에 다음의 두 가지가 지켜져야 한다. 첫 번째, 상질을 저하시키는 비점수차와 왜곡수차가 감소하는 설계가 이뤄져야 한다. 두 번째, 안경렌즈의 무게를 감소시켜 착용의 부담을 줄이고, 편평한 곡률을 갖도록 미용적인 기능도 고려해야 한다. 현재 안경렌즈는 미용적인 기능을 많이 고려하여 좀 더 편평하고, 가볍게 만드는 설계가 이뤄지고 있다.

Fig. 1에서와 같이 s_1 은 전면 sag, s_2 는 후면 sag, t 는 중심 두께, e 는 가장자리 두께, DA 는 렌즈 직경, ah 는 axial height를 나타낸다. (-)렌즈는 전면 sag값을 작게 만들어 편평한 미용 상의 효과를 나타낼 수 있게 설계하고, 후면 sag 값은 가장자리 두께 감소를 위해 작게 만들고 있다. 반면에 (+)렌즈는 후면 sag값을 0에 가깝게 편평하게 만들

지만, 미용 상의 이유로 약간은 오목하게 만드는 추세이다¹⁾. 이러한 sag값은 Axial height를 감소시킨다. Axial height를 Fig. 1에 나타냈다.

본 논문에서는 국내에서 시판되는 4개 회사의 구면 렌즈와 비구면 렌즈의 중심두께, 곡률반경, 비구면 계수를 측정하여 설계 성향과 수차성능을 분석하였다. 최적화과정을 통하여 기존 안경렌즈의 수차성능을 향상시킬 수 있는 비구면 안경렌즈를 설계하였다.

방 법

1. 측정 방법

국내에서 시판되는 4개 회사의 굴절률 $n=1.60$ 재질의 $\pm 5.00D$ 렌즈의 중심두께, 곡률반경, 비구면 계수를 측정하였다. 중심두께는 Mitutoyo사의 ID-F150을 이용하였으며 곡률반경은 Automation Robotics사의 FOCOVISION(SR-2)으로 측정하였다. 비구면 계수는 Taylor Hobson사의

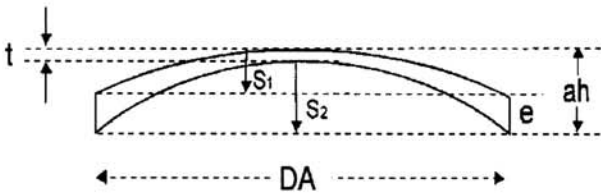


Fig. 1. The axial height is the height of the lens, as measured perpendicularly from a flat plane to the apex of the front surface.

PGI 1240S를 이용하여 측정하였다.

2. 측정렌즈 분석

ORA사의 Code V 프로그램을 이용하여 측정된 자료를 토대로 동공크기 4 mm, 렌즈 후면에서부터 눈의 회선점까지의 거리 27 mm, 중심시야 30°, 파장 656.2725 nm, 587.5618 nm, 486.1327 nm일 때의 수차 성능을 분석하였다.

3. 비구면 안경렌즈 설계

Fig. 2는 비구면에서의 사광선 진행을 나타낸다. 비구면은 접평면과 접구면 사이의 간격인 sag(sagittal의 약자) 또는 S^2 로 표시될 수 있다^[2].

$$Z = \frac{1}{c} [1 - (1 - c^2 S^2)^{1/2}] \quad (1)$$

여기서 $S^2 = X^2 + Y^2$ (접평면의 중심에서 접하는 구면의 한 점까지의 거리)이고, Z 값은 광축에서부터 구면상의 한 점까지의 거리에 관계하는 값이다. 식 (1)의 분모, 분자에 각각 $[1 + (1 - c^2 S^2)^{1/2}]$ 를 곱하면

$$Z = \frac{cS^2}{1 + \sqrt{1 - c^2 S^2}} \quad (2)$$

이 된다. 비구면에서의 sag 값은 S^2 에 대한 Power Series로 전개하면 다음과 같이 표현된다.

$$Z = \frac{cS^2}{1 + \sqrt{1 - c^2 S^2}} + cS^4 + fS^6 + gS^8 + hS^{10} + O(S^{12}) \quad (3)$$

식 (3)에서 S 의 짝수 항만을 사용하는 이유는 비구면이 Z 축에 대하여 대칭성을 가지고 있기 때문이다. 수치계산에 있어서는 $O(S^{12})$ 는 S^{12} 이상의 고차항의 합을 나타내고 그 값은 0으로 간주한다. 따라서 수차 보정에서는 계수 e, f, g, h 만이 관여하게 된다. 계수 e, f, g, h 는 빛의 입사각에 관계된 방정식으로써 표현할 수 있으며 이것은 Gauss 소거법을 이용하여 방정식을 풀어 그 값을 구한다.

$eS^4, fS^6, \text{etc}\dots$ 의 값들을 deformation term이라고 하며,

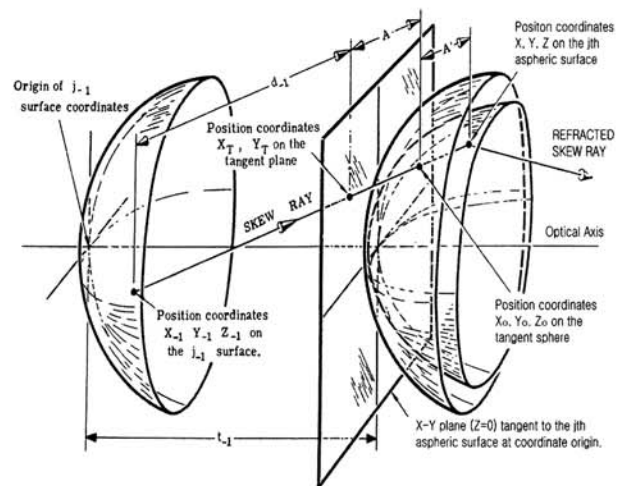


Fig. 2. A skew ray in space between the surface and the aspheric surface.

비구면의 일그러진 정도를 나타내주는 값들이다.

안경렌즈는 미용 상의 장점을 높이기 위해 Axial height를 짧게 만들어야 한다. (-)렌즈는 전면 sag값은 편평할 수 있도록 작아야 하며, 후면 sag값은 전체 Axial height가 짧을 수 있게 되도록 적은 값을 갖도록 곡률반경을 정해야 한다. (+)렌즈는 후면 sag값이 편평하도록 작은 값의 곡률반경을 적용해야 한다^[1].

결과 및 고찰

구면 렌즈와 비구면 렌즈는 A, B, C, D사의 측정 자료를 토대로 분석하였다. C사의 +5.00D 비구면 렌즈는 시판되지 않아 분석에 포함하지 못했다. 그래프에서 구면 렌즈는 A(S), B(S), C(S), D(S)로 표기하였으며, 비구면 렌즈는 A(A), B(A), C(A), D(A)로 표기하였다. 최적화 설계한 전면 비구면 렌즈는 KSJ(A)로 표기하였다.

Fig. 3은 상측정점굴절력의 오차를 나타낸 그래프이다. -5.00D와 +5.00D 렌즈의 상측정점 굴절력의 공차(tolerance)는 $\pm 0.12D$ 로 오차율이 2.4% 이내를 만족해야 한다. 호주, 영국, 미국의 공차를 기준으로 삼았다^[3-5]. 측정한 (-)렌즈 A, B, D사는 구면 렌즈보다 비구면 렌즈에서 초점거리의 오차가 1% 이내로 적었다. C사의 (-)비구면 렌즈는 2.38%로 상측정점굴절력의 오차가 가장 크게 나타났으나 설계 공차의 범위를 만족한다. 비구면 (+)렌즈에서 A, D사는 구면 렌즈보다 큰 오차를 가졌고, B사는 더 적은 오차를 가짐을 확인하였다. B, D사의 비구면 렌즈는 설계 공차의 범위내의 오차를 가졌으며, A사는 공차의 범위를 넘어간 3.1%의 오차율을 갖는 것으로 확인되었다.

측정한 구면 렌즈와 비구면 렌즈 모두 아주 작은

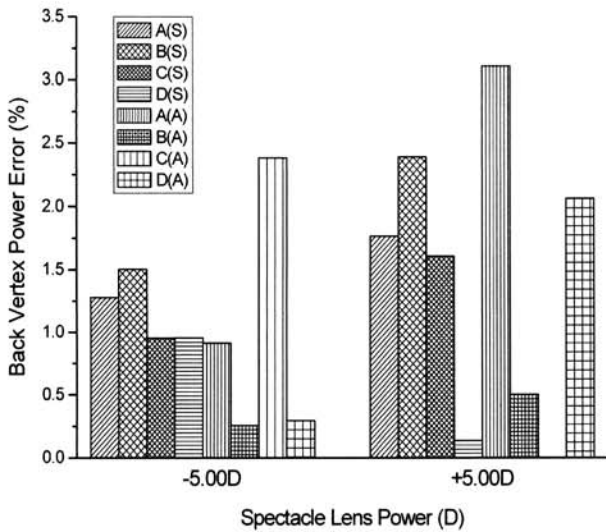


Fig. 3. Back vertex power error (%): A(S), B(S), C(S), D(S) are spherical lenses. A(A), B(A), C(A), D(A) are aspherical lenses.

Diopter 단위의 비점수차와 왜곡수차를 갖는 것을 확인하였다. 편의상 수차를 비교하기 위해 비점수차는 mm단위로, 왜곡수차는 %로 환산해서 표시하였다.

(-) 구면 렌즈는 A, B, C, D사 모두 0.04 mm 내의 적은 비점수차를 갖고 있으며 왜곡수차는 1.1% 내외로 나타났다. 그에 비해 비구면 렌즈는 전반적으로 구면 렌즈보다 큰 양의 비점수차와 왜곡수차를 가졌다. A사는 1.333 mm로 조금 큰 비점수차를 가졌지만, 나머지 B, C, D사는 0.6 mm 내의 비점수차를 가졌다. 왜곡수차는 최대 3.19%에서 최소 1.7% 내로 구면 렌즈보다 큰 수차를 가졌다.

측정한 (+) 구면 렌즈는 0.157 mm 내의 비점수차를 가졌으며 왜곡수차는 2%가 약간 넘는 양을 가졌다. 비구면 렌즈에서 D사는 구면렌즈보다 적은 0.07 mm의 비점수차를 가졌고, A, B사는 구면 렌즈보다 큰 비점수차가 나타

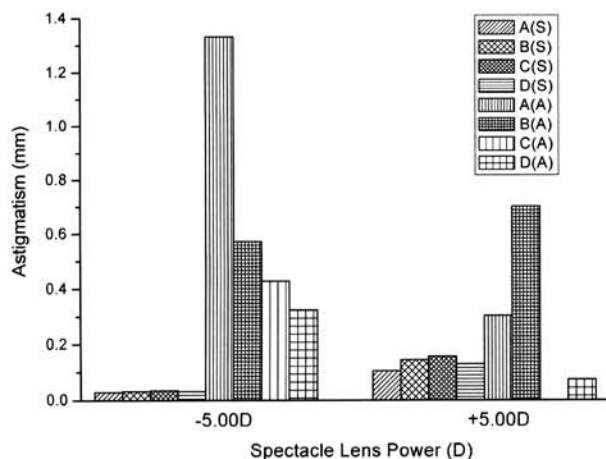


Fig. 4. Astigmatism: A(S), B(S), C(S), D(S) are spherical lenses. A(A), B(A), C(A), D(A) are aspherical lenses.

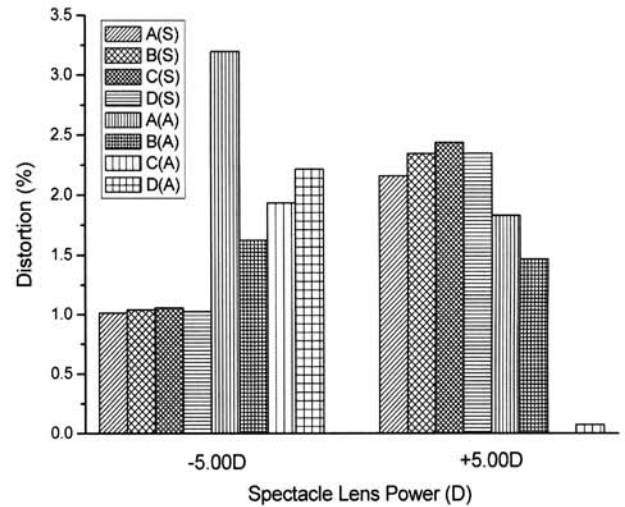


Fig. 5. Distortion: A(S), B(S), C(S), D(S) are spherical lenses. A(A), B(A), C(A), D(A) are aspherical lenses.

났으며, 왜곡수차는 구면 렌즈보다는 약간 작은 1.9% 내로 나타났다. 구면 렌즈와 비구면 렌즈의 비점수차와 왜곡수차를 Fig. 4와 Fig. 5에 나타냈다.

국내에서 시판되는 -5.00D의 렌즈에서 구면 렌즈가 비점수차와 왜곡수차 성능이 더 좋지만, D사를 제외한 A, B, C사의 비구면 렌즈는 후면의 sag값을 감소시켜 곡률을 편평하게 하여 상의 장점이 있음을 확인하였다. +5.00D의 렌즈에서는 비구면 렌즈의 비점수차 성능은 떨어지지만 왜곡수차는 약간 향상되었으며, 전면 sag값을 작게 만들어 상의 장점이 있음을 확인하였다. sag값으로 인한 Axial height를 Fig. 6에 나타냈다.

전면의 비구면 계수를 이용하여 측정한 구면 렌즈와 비구면 렌즈보다 성능이 향상되도록 최적화 설계 과정을 통하여 비점수차는 0.005 mm로 줄이고 왜곡수차는 1% 이내를 만족하는 -5.00D의 비구면 안경렌즈를 설계하였다. +5.00D 렌즈는 0.034 mm의 비점수차와 1.68%의 왜곡수

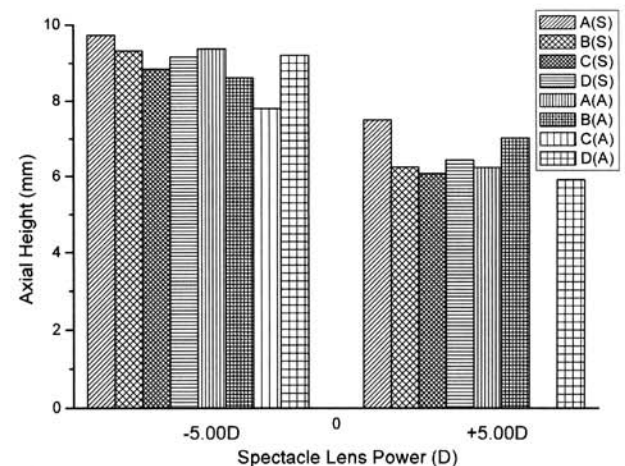


Fig. 6. Axial height: A(S), B(S), C(S), D(S) are spherical lenses. A(A), B(A), C(A), D(A) are aspherical lenses.

Table 1. Design results of aspherical lenses

	Front surface radius	Back surface radius	center Thickness	Conic constant
-5.00D	276.0 mm	83.5 mm	1.0 mm	72.8544
+5.00D	87.0 mm	310.0 mm	4.5 mm	-2.2866

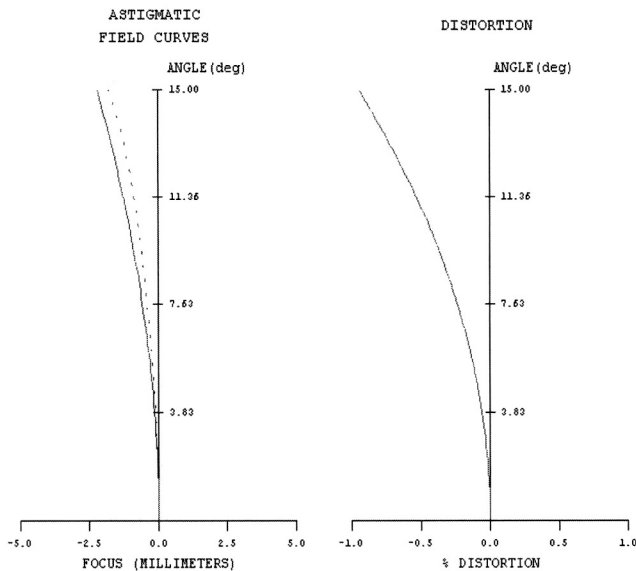


Fig. 7. Astigmatism & Distortion of negative lens.

차를 가짐으로써 측정한 구면 렌즈와 비구면 렌즈보다 성능이 향상됨을 확인하였다. 설계 렌즈 데이터를 Table 1에 나타냈고, Fig. 7과 Fig. 8은 설계한 -5.00D와 +5.00D 렌즈의 비점수차와 왜곡수차의 그래프이다.

Axial height는 최적화 설계를 통한 -5.00D의 전면 비구

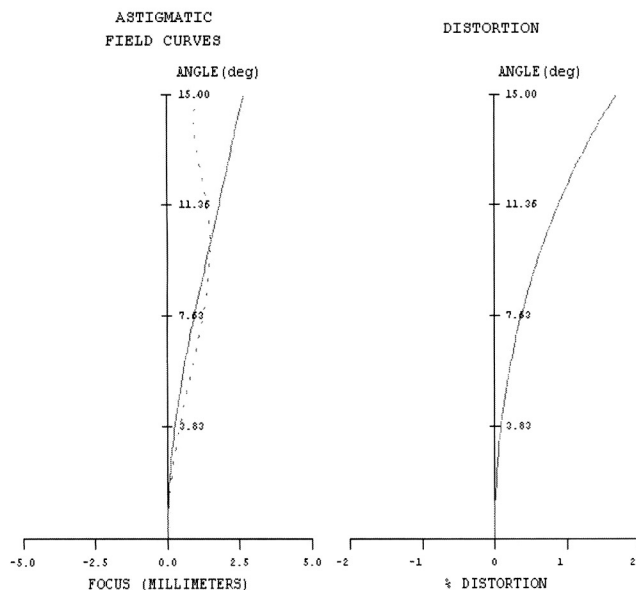


Fig. 8. Astigmatism & Distortion of positive lens.

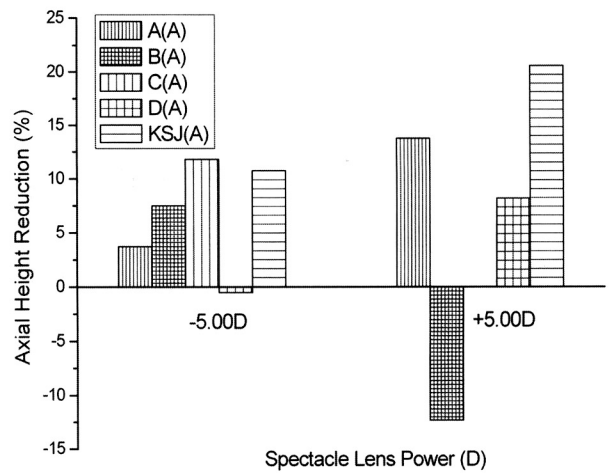


Fig. 9. Comparison of the rate of axial height.

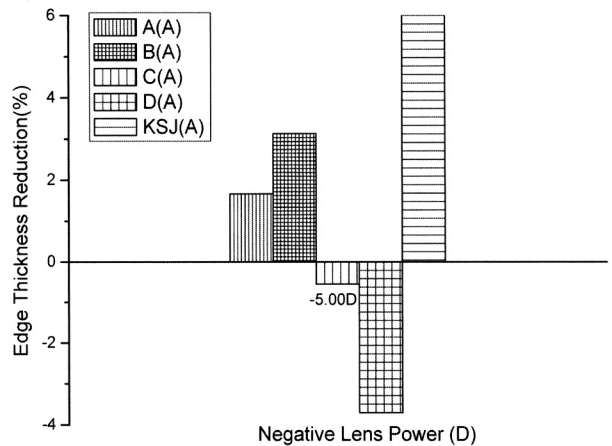


Fig. 10. Comparison of edge thickness reduction.

면 렌즈에서 8.49 mm로 가장 긴 Axial height를 갖는 A사의 구면 렌즈와 비교했을 때 최대 10.7% 감소하였다. +5.00D의 전면 비구면 렌즈 역시 5.95 mm로 가장 긴 Axial height를 갖는 A사의 구면 렌즈와 비교했을 때 20.6% 감소하였다. Fig. 9에 Axial height의 감소율을 나타냈다.

비구면 렌즈 설계시 두께의 감소도 얻을 수 있다. Fig. 10에 (-)렌즈의 가장자리 두께 감소율을 나타냈고 Fig. 11에 (+)렌즈의 중심두께 감소율을 나타냈다. -5.00D 렌즈는 가장 짧은 가장자리 두께를 갖는 A사의 구면 렌즈와 비교했을 때 6.46 mm로 6.1% 감소된 것을 확인하였다. +5.00D 렌즈는 가장 짧은 중심두께를 갖는 B사의 구면 렌즈와 비교했을 때 4.5 mm로 18.9%의 감소율을 확인하였다.

전면 비구면으로 설계한 안경렌즈는 현재 국내에서 시판되는 안경렌즈보다 적은 양의 비점수차와 왜곡수차를 가짐으로써 광학적 성능이 우수하고, Axial height와 가장자리 두께의 감소로 미용 상의 이점이 있음을 알 수 있

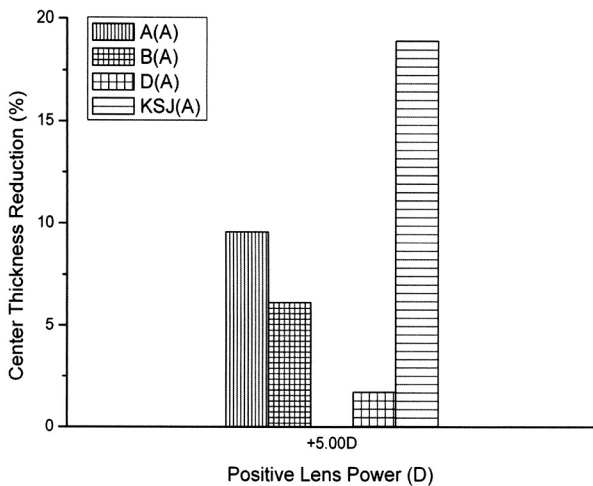


Fig. 11. Comparison of center thickness reduction.

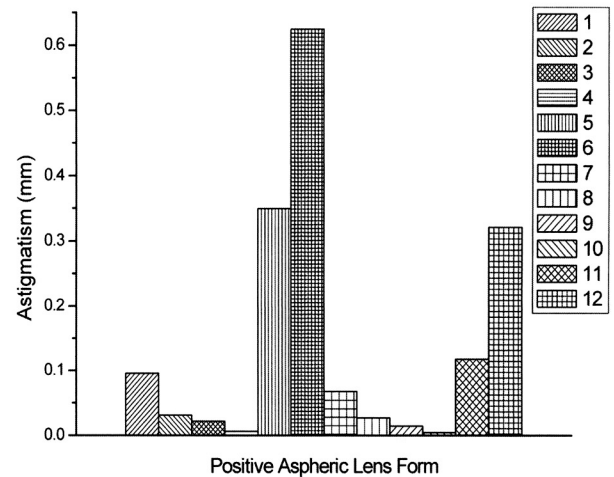


Fig. 13. Comparison of Astigmatism for positive lenses.

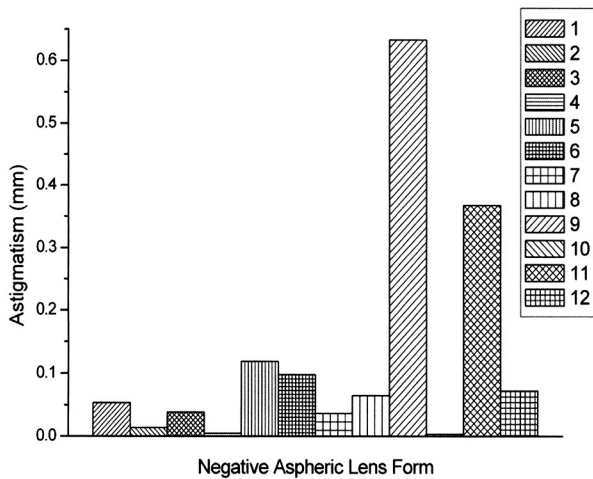


Fig. 12. Comparison of Astigmatism for negative lenses.

었다.

그동안의 안경렌즈의 연구는 비점수차와 왜곡수차의 영향을 줄이고, 미용 상의 이유로 편평한 곡률로 만드는 설계가 목적이었다. 최근의 연구 동향을 살펴보면, 고굴절률의 재질을 사용하여 중심두께를 감소시켜 안경렌즈의 무게를 줄이고, 전후면 비구면 계수를 계산하여 눈에 큰 영향을 미치는 비점수차와 왜곡수차 뿐만 아니라, 구면수차와 코마의 영향도 줄이는 비구면 렌즈의 설계 방법이 다양하게 연구되고 있다. 참고문헌 [6], [7]에서 제시한 방법으로 설계한 렌즈의 비점수차를 Fig. 12와 Fig. 13에 제시하였다. 홀수번호는 참고문헌 [7]의 방법으로 설계한 렌즈이고 짝수번호는 참고문헌 [6]로 설계한 렌즈이다. 1~6번은 전면 비구면이고 7~12번은 후면 비구면이다. 1, 2, 7, 8번은 구면수차와 비점수차를 함께 제거한 렌즈이고, 3, 4, 9, 10번은 코마와 비점수차를 함께 제거한 렌즈이며 5, 6, 11, 12번은 왜곡수차와 비점수차를 함께 제거한 렌즈이다.

Fig. 12는 -5.00D 렌즈를 설계했을 때의 비점수차를 비

교한 그래프이다. Antonin Miks^[6]가 제시한 방법 중 구면수차와 비점수차를 함께 제거한 후면 비구면 렌즈를 제외한 나머지 렌즈들은 Antonin Miks^[6]에서 제시한 방법으로 설계한 비구면 렌즈가 비점수차가 적음을 알 수 있다. Fig. 13은 +5.00D 렌즈를 두 방법으로 설계했을 때의 비점수차를 나타낸 그래프이다. Antonin Miks^[6]의 안경렌즈 설계 방법 중 왜곡수차와 비점수차를 함께 제거한 렌즈는 전면 비구면과 후면 비구면 모두 Shen Weimin^[7]의 설계 방법보다 비점수차량이 많았지만, 나머지 렌즈는 더 적은 비점수차를 갖는 것을 확인하였다. 두 방법 모두 후면 비구면 렌즈의 설계가 비점수차를 최소화 시킬 수 있는 방법임을 확인할 수 있다.

이 설계 방법 중 코마와 왜곡수차가 함께 제거된 렌즈의 경우, 광학적 성능만을 고려하여 곡률이 크게 증가된 형태를 가짐으로써 Axial height의 증가로 미용적인 측면이 낮아짐을 볼 수 있다. 최적화 조건으로 설계한 전면 비구면 렌즈는 참고문헌 [6], [7]로 설계한 렌즈와 광학적 성능은 비슷하지만 두께의 감소와 Axial height의 감소를 고려하여 미용 상의 이점이 있음을 알 수 있다.

결 론

현재 국내에 시판되는 안경렌즈의 수차 값은 적은 양의 비점수차와 왜곡수차를 갖고 있음을 확인할 수 있었다. -5.00D의 전면 비구면 렌즈의 비점수차는 0.03 mm 내외인 구면 렌즈보다 평균 0.6 mm로 크게 나타났으며, 왜곡수차는 1%인 구면 렌즈보다 평균적으로 2.24%로 크게 나타남을 확인하였다. 전면 비구면 렌즈가 후면 비구면 렌즈보다 비점수차와 왜곡수차량이 크게 나타나지만 Axial height와 가장자리 두께를 줄임으로써 미용 상의 이점을 내세울 수 있다. +5.00D의 전면 비구면 렌즈는 구면 렌즈

보다 비점수차가 평균 0.42 mm로 크게 나타났으나 왜곡 수차는 2% 이내로 평균적으로 2.32%가 넘는 구면 렌즈보다 적은 양이었고, 중심두께와 Axial height의 감소로 미용상의 이점을 내세울 수 있다.

현재 국내에서 시판되고 있는 구면 렌즈와 비구면 렌즈보다 더 적은 비점수차와 왜곡수차를 갖고, 미용상의 이점도 내세울 수 있도록 Axial height를 줄일 수 있는 곡률반경을 계산하여 최적화 설계 하였다. 현재 국내에서 출시되고 있는 비구면 렌즈는 대부분 전면 비구면 렌즈이다. 전면 비구면 렌즈에 비하여 가격이 비싸지만 광학적 성능이 좀 더 우수한 후면 비구면 렌즈의 출시도 활성화되기를 기대한다.

참고문헌

[1] Wen-Shing Sun, Chuen-Lin Tien, Ching-Cherng Sun,

Ming-Wen Chang, and Horng Chang, "Ophthalmic lens design with the optimization of the aspherical coefficients", Optical Engineering, 39(4):978-988(2000).

[2] Robert E., Hopkins, "Military Standardization on Handbook, Optical Design", MIL-HDBK-141, Washington 25 D,C, USA, pp. 5.1-5.37(1962).

[3] Ron Rabbetts, "Back vertex power measurement tolerances for spectacle lenses", Optician, pp. 25(2010).

[4] Jason Lane, "Tutorial on ISO 10110 Optical Drawing Standard OPTI 521- Intro to Opto-Mechanical Engineering" (2009).

[5] "Quantitative Standards for Spectacle Lenses", Victorian College of Optometry(1988).

[6] Antonin Miks, Jiri Novak, and Pavel Novak, "Third-order design of aspheric spectacle lenses", Opt. Int. J. Light Electron. Opt., 121(23):2097-2104(2010).

[7] Shen Weimin, and Xue Mingqiu, "Aberration Analysis and Optical Design of Aspheric Spectacle Lens", Acta Optica Sinica, 22(6):743-748(2002).

The Performance Analysis and Design of Selling Spectacle Lenses in Domestic Market

Se-Jin Kim and Hyeon-Seon Lim*

Department of Physics, Kookmin University

*Department of Ophthalmic Optics, Keukdong College

(Received November 15, 2010: Revised December 13, 2010: Accepted December 18, 2010)

Purpose: Analysis performance for spectacle lens which sales in domestic market and optimization design a spectacle lens which is corrected aberration. **Methods:** Measured center thickness, radius and aspherical surface coefficient for spherical and aspherical lenses which were $\pm 5.00D$. Refractive index for every lens was 1.6 and they came from 4 different companies. I used 3 types of equipment to measure lenses. ID-F150 (Mitutoyo) : Center Thickness, FOCOVISION (SR-2, Automation Robotics) : Radius, PGI 1240S (Taylor Hobson) : Aspherical surface coefficient. Designed a lens which had 27 mm of distance from lens rear surface to center of eye, 4 mm of pupil diameter and small aberration on center vision 30°C. To shorten axial distance compared with the measured lens rise merits for cosmetic. Lens Design tool was CODE V (Optical Research Associates). **Results:** -5.00D aspherical lens had somewhat high astigmatism and distortion compared with the spherical lens. But it had a merit for cosmetic because of short axial height and decrease edge thickness. Improved a performance of distortion and ascertain merits for cosmetic due to short axial height and decrease edge thickness same as (-) lens in case of +5.00 aspherical lens. Though an optimization process front surface aspherical lens had a good performance for astigmatism and distortion and the merit for beauty compared with measured spherical lens. **Conclusions:** Design trend for domestic aspherical lens is decrease axial height and thickness to increase a merit for cosmetic not but increase performance of aberration. From design theory for optimization design front surface aspherical spectacle lens which has improved performance of aberration and merit for cosmetic at the same time compared with the measured lens. Expect an improved performance from design back aspherical lens compared with front aspherical lens.

Key words: Spectacle Lens, Astigmatism, Distortion, Aspherical Lens

주시시차 카드를 이용한 수직주시시차 연구

박현주 · 윤 영*

동강대학 안경광학과

*대불대학교 안경광학과

투고일(2009년 10월 31일), 수정일(2010년 3월 6일), 게재확정일(2010년 3월 19일)

목적: 주시시차 카드를 이용하여 수직주시시차를 측정하였다. 이 연구의 목적은 Wesson 주시시차카드를 이용한 주시시차 검사법에 의해 수직주시시차의 분포를 조사하고, 진단과 처방에 응용하는데 있다. **방법:** Wesson 주시시차 카드를 이용하여 52명을 대상으로 수직주시시차를 측정하였다. 주시시차곡선은 추가한 프리즘량과 주시시차량에 대한 함수이며, 주시시차 곡선에서 진단과 처방에 사용되는 값은 x-절편, y-절편, 기울기, 곡선 타입이다. **결과:** Wesson 주시시차 카드를 이용한 주시시차 측정 결과 여러 가지 type의 수직주시시차 곡선을 얻을 수 있었다. **결론:** 수직주시시차 곡선을 진단과 처방에 이용할 수 있다.

주제어: Wesson 카드, 수직주시시차

서 론

주시시차란 시차를 가지는 주시물점이 파눈영역에 상이 맺혀 정상적인 양안단일시를 가능하게 하는 상태를 말한다. 주시시차는 주시물체가 호롭터 원 상에 있지 않아 망막이상대응이 되지만 단일시가 이루어지는 파눈역에서의 시차이다.

주시시차검사는 수평과 수직사위 처방시 가장 정확한 방법으로 알려져 있는데, 정위 집단과 비교해 주시시차가 있는 피검사자 집단을 주시시차 검사에 의한 처방값으로 프리즘 처방을 했을 때 정상군과 거의 같은 근거리 시력을 얻어 주시시차 곡선에 의한 프리즘 처방이 효과가 있었음을 증명하였다^[1].

학습장애와 시각적인 변수의 상관관계에 대한 연구에서 학습장애에 영향을 주는 요소로 미교정 굴절이상, 수직주시시차, 조절용이성부족, 그리고 추종운동기능 저하를 들었는데, 이것은 시각이 기본적 감각 입력에 관여하고, 특히 수직주시시차가 학습장애 발생률 사이에 높은 상관관계를 보여준다고 하였다^[2].

정상적인 젊은 성인에 대해 수직주시시차곡선의 경사도에 미치는 수직버전스 훈련의 효과를 조사했는데, 45명의 대상자에게 실시한 결과 곡선의 경사가 현저히 감소하였고, 훈련 후 적어도 3 개월 동안 곡선의 완만함을 유지하

였다고 하였다^[3].

그에 따라 본 연구에서는 주시시차 검사법에 의해 수직주시시차의 분포 등을 알아보고, 진단과 처방에 응용하고자 하였다.

이 론

양안시 상태에서의 주시시차를 측정하는 이유는 조절 및 버전스의 상호 작용과 양안시에 관여하는 성분의 상호 작용을 측정하기 위해서이다.

수직주시시차를 측정하기 위해서는 카드를 시계방향으로 90° 돌려서 수평주시시차를 측정하는 방법과 같이 측정할 수 있는데, 화살표가 빨간 선을 기준으로 위쪽을 가리키고 있다면, 이는 왼쪽 눈의 상방주시시차(left hyper fixation disparity)를 의미하는 것이고, 화살표가 빨간 선을 기준으로 아래쪽을 가리키고 있다면, 이는 오른쪽 눈의 상방주시시차(right hyper fixation disparity)를 의미하게 된다.

이렇게 측정된 수직주시시차는 분(')단위로 측정되어 곡선을 얻을 수 있으며, Fig. 1에 나타내었다.

Fixation disparity curve에서 얻을 수 있는 정보는 Y축 절편은 fixation disparity를 나타내는 값, X축 절편은 associated phoria(연합사위), slope(경사도)는 시기능훈련 필요 여부 등을 알 수 있다.

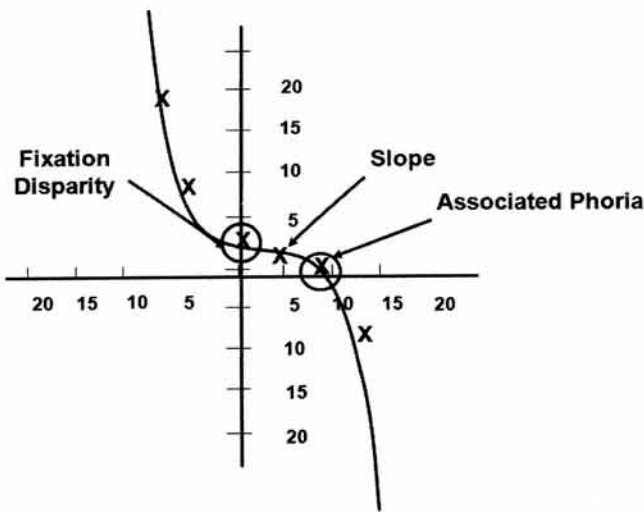


Fig. 1. Major components of the forced vergence fixation disparity curve.

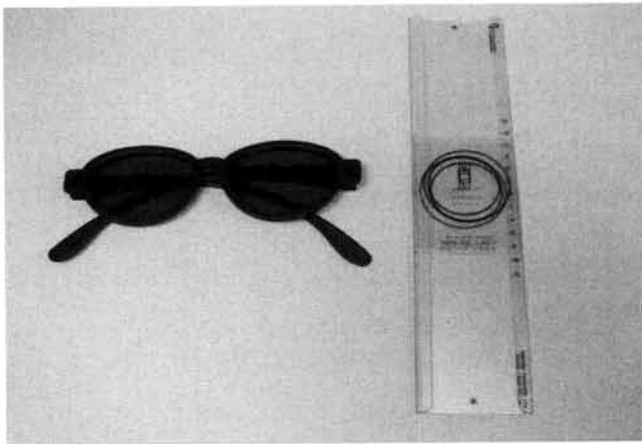


Fig. 2. Vision Trainer for vertical disparity.

특히^[4] 경사도는 시기능훈련을 시작하기 전에 시각 시스템에 대한 정보를 알 수 있고, 또한 시기능훈련을 할 때 훈련의 진전 상황을 모니터 할 수 있으며, 시각 시스템에 미치는 렌즈의 영향을 알아 볼 수도 있다(Fig. 2).

수평주시시차^[5]에서는 1, 2, 3, 4형이 있는데, 1형은 BI 및 BO 융합 한계 근처에서 fixation disparity가 급속하게 상승하는 S자 모양의 곡선을 취한다. 2형은 곡선이 BO 쪽에서 평평한 선분을 갖고, BO prism adaptation이 더 큰 경우이다. Schor는 II형이나 III형을 갖는 사람은 폭주 자극과 개산 자극에 대하여 prism adaption이 비대칭적인 상태를 발견했다. 3형은 곡선이 BI 쪽에서 평평한 선분을 갖고, BI prism adaptation이 더 큰 경우이다. 4형은 곡선의 중앙부에서 프리즘 굴절력의 변화에 따라 fixation disparity가 변화를 보이며 양쪽 융합 한계값 근처에서는 변화가 없거나 거의 없다. 이 type는 감각성융합이나 운동성융합이 부족함을 나타낸다(Fig. 3~6).

Schor는 prism adaption과 fixation disparity가 반비례

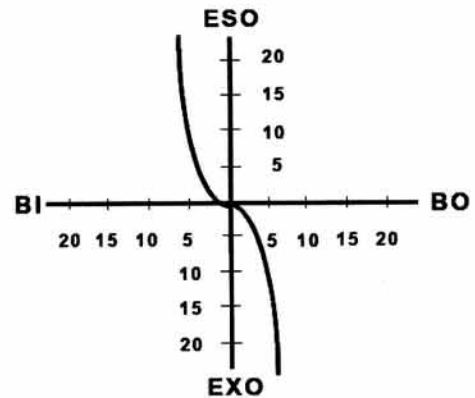


Fig. 3. Type I of Horizontal Fixation Disparity Curve.

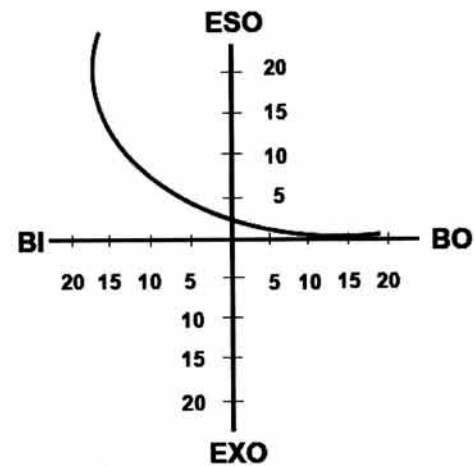


Fig. 4. Type II of Horizontal Fixation Disparity Curve.

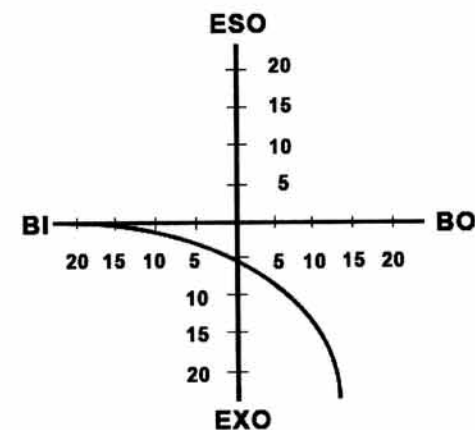


Fig. 5. Type III of Horizontal Fixation Disparity Curve.

관계를 가진다고 하였는데, 수직주시시차에 대한 선행 연구와 국내 연구가 다양하게 이루어지지 않고 있어 수직주시시차에 대한 연구를 하게 되었다.

대상 및 방법

대상은 20~35세의 남녀 52명으로, 교정시력이 정상이고, 안질환이 없는 사람으로 하였으며, 사위의 유무는 검사하

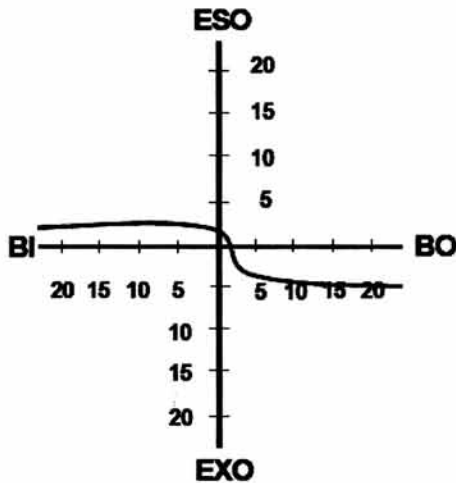


Fig. 6. Type IV of Horizontal Fixation Disparity Curve.

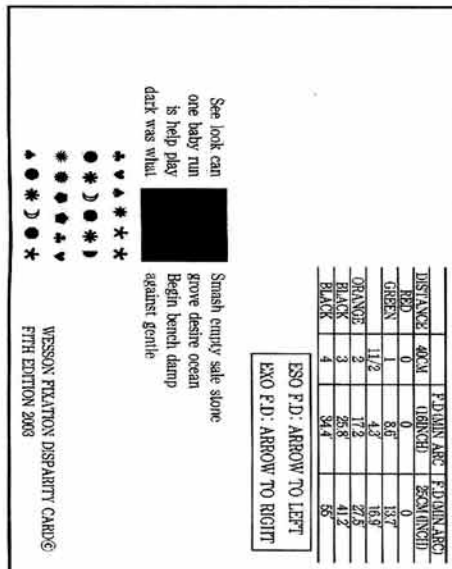


Fig. 7. Wesson Fixation Disparity Card for Test of Vertical Fixation Disparity.

였으나 교정하지는 않았다.

주시시차^[6] 측정 기기와 카드는 사용거리에 따라 근거리용은 Wesson card, Saladin card, Near Mallett unit, Disparometer 등이 있으며, 원거리용은 Woolf card, AO Vectographic chart, Mallet unit 등이 있는데, 본 연구에서는 Wesson card(Fig. 7)를 사용하였다.

검사방법은 시험테에 완전교정 도수를 장입한 후, fixation disparity card(Wesson fixation disparity card, American Optical co., USA)를 피검사자의 눈 앞 25 cm 거리에 들고, 피검사자는 완전교정도수가 장입된 시험테 위로 편광안경을 쓰도록 하였다.

시표에서 Fig. 9처럼 보이게 되면 주시시차가 없는 경우인데, 이 때 편광안경을 쓴 피검사자는 우안에 색깔 있는 선만 보이고, 좌안에는 화살표만 보이게 되어 융합제거상태로 주시시차량을 측정할 수 있는데, Table 1에 있는 내

Fig. 8. Prescription Sheet.

Table 1. Vertical Fixation Disparity

DISTANCE		25 cm (10 inches)
	↑	FD(MIN. ARC)
RED	0	0'
	1/2	6.9'
GREEN	1	13.7'
	1 1/2	20.6'
ORANGE	2	27.5'
BLACK	3	41.2'
BLACK	3	55'

용처럼 화살표가 가운데 선인 RED를 가리키면, 주시시차가 없는 정상인 경우이고, 화살표가 RED와 GREEN의 사이 1/2을 가리키면 6.9'의 주시시차, ORANGE는 13.7'의 주시시차가 있는 것 등으로 해석한다. 화살표가 빨간 선을 기준으로 아래쪽을 가리키고 있다면, 이는 오른쪽 눈의 상방주시시차(right hyper fixation disparity)를 의미하게 된다.

편광의 원리를 이용하여 한쪽 눈에 하나씩 보이는 화살표와 색깔 있는 선이 프리즘 렌즈를 가입하여 Table 1과 Fig. 9에 따라 한 줄로 일치될 때의 프리즘 기저 방향과 양을 측정하였다.

즉^[4], prism bar를 BD과 BU으로 우안에 대고 점차 프리

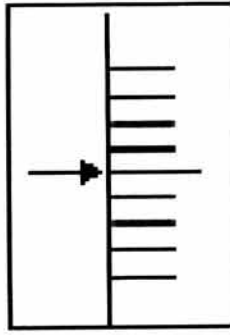


Fig. 9. Vertical Fixation Disparity Chart.

증양을 증가시키고, 추가될 때마다 생기는 fixation disparity의 방향(Hyper or Hypo)과 양(')을 Table 1의 표에 따라 기록하여 curve(Fig. 8)를 그렸다. 측정 시 종료점은 우안에 BD으로 프리즘양을 증가시킬 때 편광부분이 검게 보이거나 분리되어 시표를 더 이상 읽을 수 없을 때로 하였다^[10].

프리즘을 부가하지 않은 상태에서 나타난 주시시차를 기록하고, 시간에 따라 눈이 적응하는 것을 가능한 막기 위해 피검자 눈앞에 프리즘을 부가 하자마자 화살이 어디를 가리키는지를 물은 다음, 프리즘은 BD으로 한번 실시한 후, 다시 BU으로 실시하는 식으로 프리즘의 영향을 최소화시켰다.

검사결과를 Fig. 8에 있는 것과 같은 주시시차 그래프(x축이 부가한 프리즘양, y축이 주시시차량)에 그렸다.

결과 및 고찰

52명의 대상자에 대한 수직주시시차를 측정하여 얻은 fixation disparity curve에 대해 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대상자들의 융합범위

일반적으로 대상자들은 Morgan이나 Saladin의 기준값에 따라 수직버전스값이 수평보다 비교적 적을 것이라는 예상과 달리 우안 BD과 BU으로 프리즘을 부가 시 0~41.2'

Table 2. Distribution of vertical vergence range

vertical vergence range (')	Right BD (Left Hyper)(△)	Right BU (Right Hyper)(△)
0-6.9	2	3
6.9-13.7	3	2
13.7-20.6	6	8
20.6-27.5	16	10
27.5-41.2	25	29
41.2 above	0	0

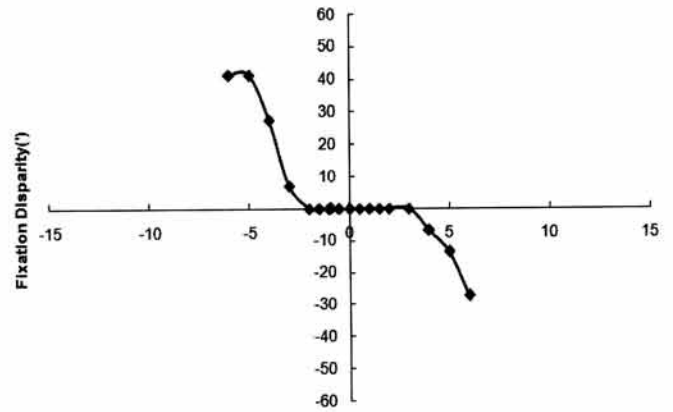


Fig. 10. Vertical Fixation Disparity I.

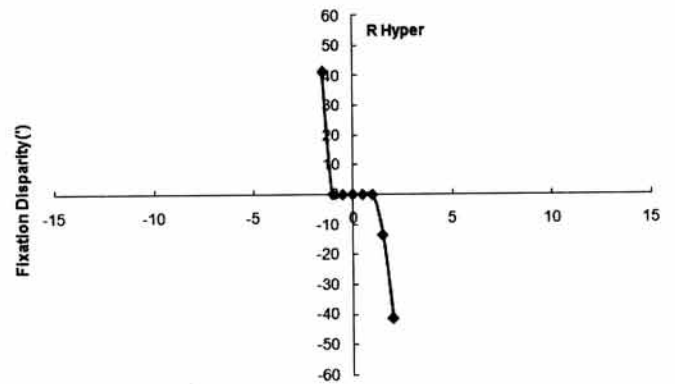


Fig. 11. Vertical Fixation Disparity II.

까지 다양한 수직버전스 범위를 얻었다(Table 2).

대상자들은 프리즘에 대해 전혀 반응을 보이지 않는 경우도 있었고, 프리즘을 부가하자마자 급격한 변화를 보이는 경우도 있었으나 수평주시시차와 달리 조절에 대한 영향을 비교적 무시할 수 있는 결과(Table 2, Fig. 10~15)가 얻어진 것으로 사료된다.

다양한 수직주시시차 그래프를 얻었고, 대표적인 유형 몇 가지를 고찰하였다.

그래프 I(Fig. 10)은 비교적 가장 많은 타입으로 전체적으로는 52%가 이 타입에 속하였다. 처방도 필요하지 않고 넓은 버전스 범위를 가지며 안정적인 양안시를 하는 타입이라고 볼 수 있었다.

그래프 II(Fig. 11)는 23%가 속했으며, 적은 양은 프리즘에서 변화가 없다가 급격한 기울기 변화를 보여주고 있었다. 기울기가 가파르므로 수직융합력을 증가시키는 Vectogram같은 기구(Fig. 4)를 이용한 시기능훈련을 실시하면 완만하고 넓은 융합범위를 가지게 될 것으로 보인다.

그래프 III(Fig. 12)는 5%가 속했으며, BD 프리즘에는 반응을 보이나 BU 프리즘에는 prism adaptation을 보이고 있는 유형을 보이고 있었다.

그래프 IV(Fig. 13)는 4%가 속했으며, BU 프리즘에는 반응을 보이나 BD 프리즘에는 prism adaptation을 보이고

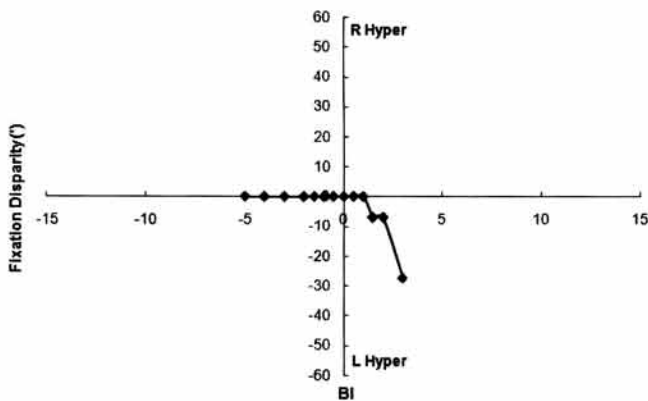


Fig. 12. Vertical Fixation Disparity III.

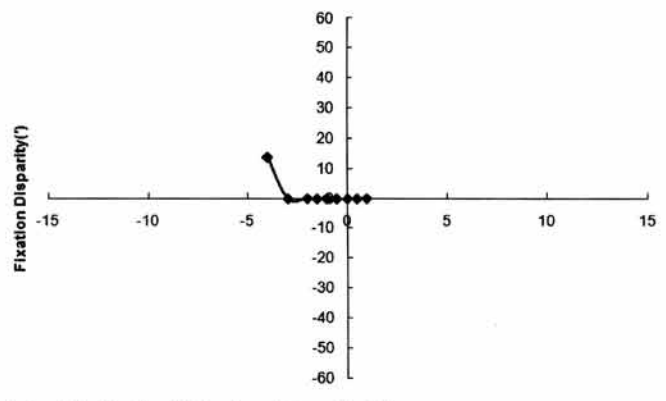


Fig. 15. Vertical Fixation Disparity VI.

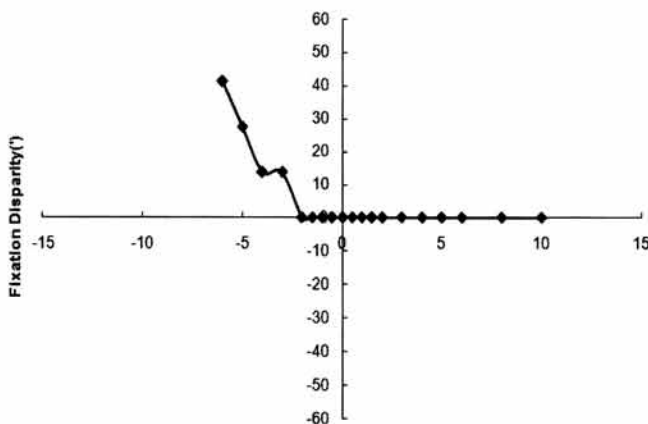


Fig. 13. Vertical Fixation Disparity IV.

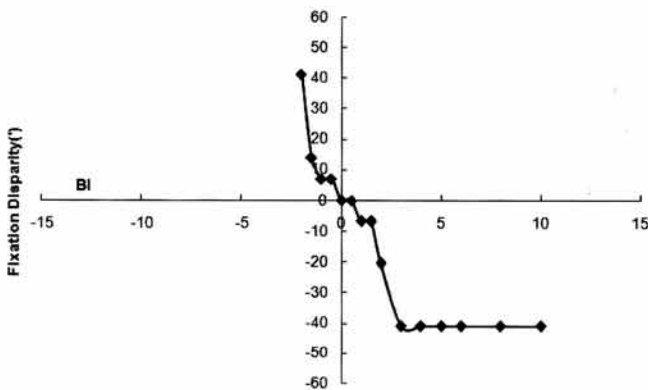


Fig. 14. Vertical Fixation Disparity V.

있는 유형을 보이고 있었다. 이 그래프는 III의 그래프와 상반된 결과를 보이고 있다.

그래프 V(Fig. 14)는 10%가 속하며, BD 범위가 더 넓고 큰 경우이다. 그래프 V(Fig. 14)는 그래프 II와 비슷하며 적은 양은 프리즘에서 변화가 없다가 급격한 기울기 변화를 보여주고 있었다. 기울기가 가파르므로 수직융합력을 증가시키는 시기능훈련을 실시하면 완만하고 넓은 융합범위를 가지게 될 것으로 보인다.

그래프 VI(Fig. 15)는 6%가 속하며 그래프 IV와 비슷한

유형이나 융합범위가 훨씬 좁고 한정적이다. BU 프리즘에는 반응을 보이나 BD 프리즘에는 prism adaptation을 보이고 있는 유형을 보이고 있었다. 이 그래프는 III(Fig. 12)의 그래프와 상반된 결과를 보이고 있다.

여러 연구들에서 일반적으로 수평주시시차는 type I(Fig. 3)은 대략 60%가 이 유형에 속하며, type II(Fig. 4)는 전체 중 약 25% 정도, type III(Fig. 5)는 전체 중 약 10%, type IV(Fig. 6)는 대략 5% 정도로 알려져 있다⁵⁻⁹⁾.

수직주시시차 곡선의 기울기가 가파른 경우에는 수직홀더가 있는 Vectogram이나 Tranaglyph를 이용하여 버전스 훈련을 실시한다. 방법은 융합 가능한 최대량의 프리즘을 장착한 프리즘 플리퍼를 이용하여 점프 버전스 훈련을 반복하게 하는데, 이 때 피검사자에게는 반응의 속도와 질을 강조하여야 한다. 낮은 값부터 올라가고자 할 경우에는 0.50△로 시작하고 BU, BD 프리즘을 가입시켜 융합하도록 한다.

주시시차곡선에서 처방은 주로 커브의 평평한 부분의 중앙점을 처방 값으로 사용한다. 수직프리즘을 이용하여, 수직주시시차를 중화시키는 프리즘 양이 처방에 사용될 수 있다.

결론

52명의 대상자에 대한 Fixation Disparity Curve를 이용한 수직주시시차 측정 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Fixation disparity curve는 I의 유형이 가장 많았는데, 안정적인 양상을 보이며, 추가적인 처방이 필요하지 않는 type이었다.
2. 그래프의 기울기가 가파른 경우는 시기능 훈련이 추가적으로 필요하다고 진단을 내릴 수 있었다.
3. 수직주시시차는 수평주시시차에 비해 조절에 대한 영향을 덜 받으므로 수평주시시차와는 다른 유형의 곡선이 얻어졌다.

참고문헌

- [1] Jenkins T. C. A., Abd-Manan F., and Pardhan S., "Fixation disparity and near visual acuity", *Ophthalmic and Physiological Optics*, 15(1):53-58(1995).
- [2] Sucher D. F. Stewart, "Vertical fixation disparity in learning disabled", *J. Optom. Vis. Sci. Dec.*, 70(12):1038-1043 (1993).
- [3] Luu Chi D., Green Julie F., Abel Larry, "Vertical fixation disparity curve and the effects of vergence training in a normal young adult population", *Optometry and Vision Science*, 77(12):663-669(2000).
- [4] Bernell, VTSSA kit manual
- [5] Clifton M. Schor, "The relationship between fusional vergence eye movements and fixation disparity", *Vision Research* 19(12):1359-1367(1979).
- [6] Clifton M. Schor, "The influence of rapid prism adaptation upon fixation disparity", *Vision Research*, 19(7):757-765(1979).
- [7] Lemij H. G. and Collewyn H., "Long-term nonconjugate adaptation of human saccades to anisometric spectacles", *Vision Research*, 31(11):1939-1954(1991).
- [8] Wolfgang Jaschinski, "Fixation disparity and accommodation as a function of viewing distance and prism load", *Ophthalmic and Physiological Optics*, 17(4):324-339(1997).
- [9] Richard London, and Roger S. Crelier, "Fixation disparity analysis: Sensory and motor approaches", *Optometry*, 77(12):590-608(2006).
- [10] 박현주, "Wesson Fixation Disparity Card를 이용한 양안시 분석", *한국안광학회지*, 12(1):53-59(2007).

The Study of Vertical Fixation Disparity by Fixation Disparity Card

Hyun-Ju Park and Young Yoon*

Department of Ophthalmic Optics, Dongkang College

*Department of Ophthalmic Optics, Daebul University

(Received October 31, 2009: Revised March 6, 2010: Accepted March 19, 2010)

Purpose: This study was performed to determine vertical fixation disparity by Fixation Disparity Card. The purpose of this study was to investigate distribution of the curve types obtained with Wesson card. **Methods:** Fixation disparity curves were measured on 52 subjects with the Wesson fixation disparity card. A fixation disparity curve was an x, y coordinate plot of the angular amount of fixation disparity as a function of the power of prisms through which the patient views. The fixation disparity curve variables that were used to aid in the diagnosis and management of binocular vision disorders included the x-intercept, y-intercept, curve slope and curve type. **Results:** Vertical fixation disparity curves by Wesson Fixation Disparity Card were very various. **Conclusions:** Vertical fixation disparity curves could be used to aid in the diagnosis and prescription.

Key words: Wesson card, vertical fixation disparity

한 국 안 광 학 회 입 회 원 서

성 명		한글 :	한문 :		영문 :		사 진
주민등록번호			안경사 면허증 NO.		성 별	남 여	
	기관명		부 서 명		직 위		
	주 소				전 화		
	E-mail				FAX		
자 택 주 소					전화 & 핸드폰		
학 력	기 간		대학(교)명		전공 및 학위		
경 력	기 간		근 무 처		직 위		
추 천 인	상임 위원	소 속 :	직 위 :		성 명 :		
		소 속 :	직 위 :		성 명 :		
	정회원	소 속 :	직 위 :		성 명 :		
		소 속 :	직 위 :		성 명 :		
회원 구분		정 회원:	명예 회원:		특별 회원:	준회원:	
본인은 학회의 취지와 목적에 찬동하여 회원이 되고자 입회원서를 제출합니다. 200 년 월 일 신청인: (인) 한 국 안 광 학 회 회 장 귀하							
회원승인결과: 입회(), 보류(), 부결() 입회 승인일: 년 월 일 학회 장 서명:							

◆ 한국안광학회 9대 집행부

회 장 : 임현선 (극동정보대학)
부 회 장 : 심상현 (전북과학대학)
부 회 장 : 정맹식 (강릉영동대학)
부 회 장 : 김인숙 (초당대학교)
총무이사 : 이승원 (동남보건대학)
학술이사 : 손정식 (경운대학교)
기획이사 : 최운상 (부산여자대학)
국제이사 : 손성은 ((주)한국존슨앤존슨)
홍보이사 : 이옥진 (동남보건대학)

관리이사 : 강성수 (대구산업정보대학)
교육이사 : 신진아 (여주대학)
재무이사 : 이정영 (대구보건대학)
섭외이사 : 심현석 (광주보건대학)

◆ 일반이사

곽호원 (경운대학교)
김소라 (서울산업대학교)
김창식 (원광보건대학)
김효진 (백석대학교)
박중철 (백석문화대학)
육도진 (대구산업정보대학)
이영환 (성화대학)
장우영 (대구보건대학)
정수자 (부산여자대학)
조현수 (강릉영동대학)
최선미 (전북과학대학)
김인규 ((주)다비치안경체인)
감 사 : 김대현 (경북과학대학)

권오주 (부산정보대학)
김정희 (동남보건대학)
김현일 (을지대학교)
박성종 (순천청암대학)
박현주 (동강대학)
이병화 (대구공업대학)
이은희 (극동대학교)
장윤석 (대구과학대학)
정주현 (건양대학교)
주경복 (초당대학교)
최지영 (제주관광대학)
최익준 ((주)쿠팡비전코리아)
양승필 (동아인재대학)

김봉환 (춘해보건대학)
김진숙 (김천대학교)
김현정 (건양대학교)
박승온 (대경대학)
유근창 (동신대학교)
이성재 (경동대학교)
임용무 (광주보건대학)
전 진 (동신대학교)
조현국 (강원대학교)
주석희 (대불대학교)
임상현 ((주)미양옵틱스)

◆ 2011년 DIOPS 한국안광학회 컨퍼런스

인 쇄 : 2011년 4월 26일

발 행 : 2011년 4월 28일

발 행 인 : 임현선

편 집 인 : 박문찬

편집간사 : 손정식, 정세훈

발 행 처 : 한국안광학회 (KOOS)

우 : 369-703 충청북도 음성군 감곡면 단평리 154-1번지 극동정보대학 안경광학과 한국안광학회

사무실 / 전화 (043) 879-3387

홈페이지 주소 : www.koos.or.kr

