

부등시 교정렌즈가 부등상시 및 양안시 기능에 미치는 영향

이마빈¹ · 양홍석¹ · 유호민¹ · 이종복² · 장윤희¹

아주대학교 의과대학 안과학교실¹, 연세대학교 의과대학 안과학교실²

목적 : 부등시를 안경으로 교정하였을 때 부등시의 정도와 부등상시의 연관관계 및 융합, 입체시 등 양안시 기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상과 방법 : 안경의 양안 구면렌즈대응치가 1.00D 이상의 차이를 보이고 사시나 약시를 동반하지 않은 부등시 환자 30명을 대상으로 하였다. 부등상시는 Awaya 부등상시 검사법으로 정량적으로 측정하였고, 티트무스 입체시 및 대역시경을 이용한 융합검사를 실시하였다.

결과 : 부등시의 정도와 부등상시의 크기는 유의한 연관관계를 보였으며($p=0.000$), 부등상시의 정도와 융합은 유의한 연관관계를 보였다($p=0.046$). 부등상시의 정도와 입체시는 통계적인 유의성은 없으나 부등상시의 정도가 커질수록 입체시 기능은 감소하는 경향을 보였다. 안경의 양안 구면렌즈대응치가 2.00D 이상일 때 부등상시가 초래되는 것으로 나타났고, 부등시가 1.00D 증가할 때 부등상시가 초래될 위험도(odds ratio)는 7.197로 나타났다($p=0.047$).

결론 : 부등시는 부등상시의 중요한 요인으로 작용하며 양안시 기능에 영향을 미치고, 특히 융합에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

〈한안지 46(7):1183-1188, 2005〉

양안시 기능이란 두 눈으로 물체를 보는 기능이며 융합에 의해 두 눈에 맺혀진 상이 대뇌에서 하나의 구체적인 상으로 해석되어 받아들여짐을 뜻한다.¹ 시력발달에는 임계기간(critical period)이 있는데 시력은 생후 3개월 간 급속도로 발달을 한다. 시력뿐 아니라 융합이나 입체시 등과 같은 양안시 기능에 관여하는 시피질의 정상적인 발달을 위해서는 이 임계기간동안 양안의 망막에 명확하고 같은 크기의 상이 맺혀야 한다. 그러므로 양안시 기능에 영향을 줄 수 있는 요소에 대한 연구는 매우 중요하다고 할 수 있겠다.¹⁻³

부등시(anisometropia)는 양안의 굴절력이 다른 것을 의미하며 부등상시(aniseikonia)란 두 눈 망막의 상의 차이를 뜻한다. 여기서의 상이란 조도, 모양 및 크기를 모두 포함하고 있는 의미이다.⁴ Lubkin et al⁵은 부등상시 자체는 약시나 사시의 결정적인 원인은 아

니나 부등시가 약시의 결정적 원인이 되고, 부등시와 부등상시가 동반된 경우 양안시 기능저하가 심화되어 사시 유발이 가능하다고 보고하였다. Jimenez et al⁶ 등은 백내장 수술이나 굴절수술 후 부등상시가 유발될 수 있으며 이로 인해 양안시 기능에 변화가 올 수 있다고 하였다.

양안시 기능에 영향을 미치는 사시, 약시 또는 부등시에 대해서는 많은 관심이 있어 왔으며, 최근에 와서 굴절교정수술이 증가함에 따라 부등시로 인한 부등상시가 양안시 기능에 미치는 영향에 대한 연구도 진행되고 있다. 본 연구는 부등시를 가진 환자를 대상으로 부등시를 안경으로 교정하였을 때 부등상시가 유발되는지, 그리고 이렇게 유발된 부등상시가 양안시 기능, 즉 입체시 및 융합에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.⁷

대상과 방법

굴절이상을 교정한 안경의 구면렌즈대응치가 양안 1.00디옵터(diopter, D) 이상 차이를 보이는 환자를 대상으로 검사를 진행하였다. 대상 환자 중 사시나 약시를 동반하는 환자는 검사대상에서 제외하였으며 양안의 교정시력이 0.9 미만이며 안질환의 병력이나 안과수술의 과거력이 있거나 입체시 및 융합 검사가 불가능한 환자 및 만 5세 미만의 환자는 검사대상에서 제외하였

〈접수일 : 2004년 11월 18일, 심사통과일 : 2005년 6월 9일〉

통신저자 : 장 윤희
경기도 수원시 영통구 원천동 산5
아주대학교병원 안과
Tel: 031-219-5260, Fax: 031-219-5259
E-mail: yhchang@ajou.ac.kr.

* 본 논문의 요지는 2004년 대한안과학회 제91회 춘계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

다. 총 30명을 대상으로 연구를 진행하였다.

렌즈미터를 이용하여 검사 당시 환자가 착용한 안경의 구면렌즈대응치를 산출하였으며, 부등상시는 Awaya 부등상시 검사법(Fig. 1)을 이용하여 정량적으로 측정하였다. 입체시는 티트무스 입체시 검사를 이용하였고, 융합력은 대약시경의 융합카드를 이용하여 환자가 융합된 상을 얻을 수 있는 가장 작은 값의 융합카드의 수평 융합력 값과 수직 융합력 값(Table 1)을 곱하여 정량적으로 측정하였다.

렌즈미터를 제외한 모든 검사는 검사방법을 충분히 숙지한 1인의 검사자가 진행하였으며 연령이 어린 환자에 있어서 입체시 및 융합 검사의 신뢰도가 낮다고 판단되었을 때는 3회 이상 반복검사를 시행하여 재현성이 낮을 경우 검사대상에서 제외하였다.

부등상시의 정도에 따른 입체시 및 융합력의 평균을 조사하였다. 통계학적 검정은 SPSS (Version 10) 프로그램을 이용하였으며 부등시와 부등상시의 연관관계는 Fisher's exact test로 검증하였고, 부등상시와 입체시 및 융합력의 상관관계를 알기위해 Kruskal-



Figure 1. Awaya's new aniseikonia test and red-green glasses. The red glass is put on the more ametropic eye and the green glass is put on the other eye. If two halfmoons of Fig. No. 0 (halfmoons at the center of left page) look equal in size, no aniseikonia is present. If, for example, when the red glass is put on the right eye, the right green halfmoon of No. 0 looks larger and No. 5 (halfmoons at the left bottom of right page) look equal in size, the patient has 5% of aniseikonia, 5% enlargement of the image in his right eye.

Table 1. Fusion slide

	Fusion slide	F155	F201	F9	F51	F13	F17	F27	F99
		F156	F202	F10	F52	F14	F18	F28	F100
Fusion	Vertical	2°	4.5°	6.5°	8°	9°	9.5°	9.5°	11°
Size	Horizontal	1°	3.5°	6.5°	8°	10°	9.5°	12°	16°

Wallis test를 시행하였다. Multiple logistic regression model을 이용하여 각각의 인자에 있어서 부등상시 유발 위험도를 산출하였다.

결 과

연구대상은 남자 16명, 여자 14명으로 총 30명이었으며, 나이는 만 5세에서 39세로 평균 12.8세였다. 연구대상에서 부등시는 1.25D에서 5.50D로 평균 2.54D였고 부등상시는 0%에서 3%로 평균 1.5%였으며 입체시는 40초에서 1150초까지 분포하였다. 융합력은 수직 융합력과 수평 융합력을 곱한 값이 2에서 114까지 분포하였다.

부등시의 정도를 2.00D 미만, 2.00D 이상 4.00D 미만, 4.00D 이상의 세 개의 군으로 나누어서 각각의 군에서 부등상시의 분포를 살펴보았다. 부등시가 증가함에 따라 부등상시는 증가하는 추세를 보이고 이는 통계적으로 유의하였다(Fisher's exact test, $p=0.000$) (Table 2).

부등시를 1.00D 단위로 영역을 나누어서 각각의 영역에 속하는 환자의 부등상시 값의 평균을 산출하여 비교하였다(Fig. 2). 2.00D 이상의 부등시가 있을 때 1% 이상의 부등상시가 유발되는 경향을 관찰할 수 있었다.

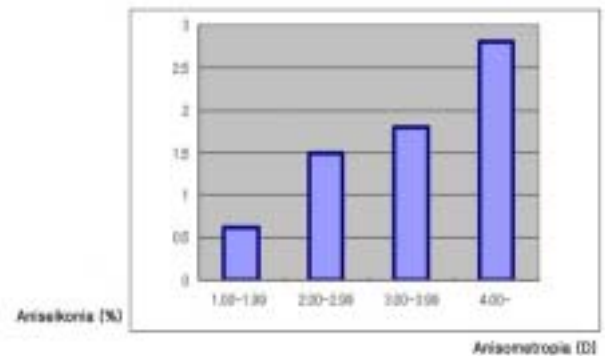


Figure 2. Aniseikonia and anisometropia. We divided subjects into 4 groups by their level of anisometropia and calculated the mean of aniseikonia in each group. Aniseikonia more than 1% was induced when there was more than 2D of anisometropia.

Table 2. Correlations with anisometropia and aniseikonia

		Aniseikonia				Total
		0%	1%	2%	3%	
Anisometropia	less than 2D	No. of patients	6	3	2	11
		(%)	(54.6%)	(27.3%)	(18.2%)	(100%)
	2D~4D	No. of patients	1	4	7	13
		(%)	(7.7%)	(30.8%)	(53.8%)	(100%)
	more than 4D	No. of patients			1	6
		(%)			(16.7%)	(83.3%)
Total		No. of patients	7	7	10	30
		(%)	(23.3%)	(23.3%)	(33.3%)	(100%)

Fisher's exact test=19.841 (p=0.000).

부등상시를 초래하는 위험인자에 대해 살펴보면 부등시가 1.00D 증가할 때마다 부등상시가 초래될 위험도는 7.197이다(multiple logistic regression, $p=0.047$)(Table 3). 나이와 성별은 부등상시의 위험인자로 작용하지 않는 것으로 나타났다.

부등상시와 입체시 및 융합의 연관 관계는 부등상시가 증가함에 따라 입체시와 융합 모두 그 검사값이 증가하여 감소되는 경향을 보였으나, 부등상시의 증가에 따른 입체시의 감소는 통계적으로 유의하지 못하였다(Kruskal-Wallis test, $p=0.160$)(Table 4). 반면 부등상시가 증가함에 따른 융합력의 감소는 유의하였다(Kruskal-Wallis test, $p=0.046$)(Table 5).

고 찰

외국의 보고에 의하면 소아의 4.7%에서 7.5%가 부등시라고 하며 약시의 주요한 원인 중의 하나이다.^{8,9} 부등시는 약시를 일으킬 뿐 아니라 양안시 기능 발달을 저해한다. Abrahamsson et al¹⁰은 3.00D 이상의 심한 부등시를 지닌 영아들을 대상으로 추적관찰을 한 결과 5년 후에 90%, 10년 후에 75%에서 부등시가 지속되었고, 이 경우 약시에 이환될 위험률은 약 60%, 사시에 이환될 위험률은 25% 정도가 된다고 보고하였다. 따라서 약시의 예방이나 양안시 기능의 정상적인 발달을 위해서 부등시는 교정되어야 한다. 그러나, 약시나 사시가 없는 건강한 환자에서 약시의 예방이나 양안시 기능의 정상적인 발달을 위해 굴절이상을 교정하였을 때 부등상시의 유발 여부 및 유발된 부등상시가 양안시 기능에 미치는 영향에 대한 연구는 미흡하였다. 본 연구에서는 부등시가 있는 환자에서 교정시력을 얻기 위해 착용한 교정렌즈가 실제 상의 크기를 왜곡시키면서 부등상시를 유발하는지, 또한 이렇게 유발된 부등

Table 3. Risk factor for aniseikonia

	p value	Odds ratio
Anisometropia	0.047	7.197
Age	0.390	1.284
Sex	0.406	0.204

Multiple logistic regression model.

Table 4. Correlation between aniseikonia and stereopsis

	Aniseikonia	No. of patients	Mean rank
Stereopsis	0%	7	10.14
	1%	7	12.50
	2%	10	17.95
	3%	6	21.17
Total		30	

Kruskal-Wallis Test ($p=0.160$).

Table 5. Correlation between aniseikonia and fusion

	Aniseikonia	No. of patients	Mean rank
Fusion	0%	7	11.94
	1%	7	12.71
	2%	10	16.20
	3%	6	25.33
Total		30	

Kruskal-Wallis Test ($p=0.046$).

상시가 양안시 기능에 영향을 주는가를 알아보고자 하였다.

부등상시를 측정하는 방법에는 직접 부등상시를 비

교하는 방법과 부등상을 중화시키는 방법이 있다. 직접 부등상시를 비교하는 방법에는 본 연구에서 사용했던 Awaya 부등상시 검사법, Double D test, 부등상측정계등이 있으며 부등상을 중화시키는 방법에는 부등상렌즈를 이용하는 방법이 있다.¹¹ Awaya 부등상시 검사법은 검사가 간편하고 임상에서 응용하기 쉬운 장점이 있으나 부등상시의 정도가 낮게 측정되는 경향이 있으며 부등상측정계는 현상사시가 있는 환자에서 검사가 용이한 장점이 있다.¹¹

이전의 부등시와 부등상시에 관한 연구를 살펴보면 Links and Bannon¹³은 Rule of Thumb Estimation을 발표하였는데, 1.00D의 부등시가 생길 때마다 1%의 부등상시가 생기며, 1%의 부등상시는 1%의 부등상시 렌즈로 교정이 가능하다고 하였다. 그러나 이것은 굴절이상이나 심해질수록, 부등시가 커질수록 오차 발생의 가능성이 높아질 수 있다는 단점이 있다.¹⁴ Campos and Enoch¹⁵은 5% 이상의 부등상시가 있으면 란도트 입체시 검사상 고도의 입체시가 불가능하다고 하였고, Katsumi et al¹⁶은 3%의 부등상시가 있을 때 시유발전위검사상 양안시 기능저하가 시작되고 5% 이상의 부등상시가 있을 때 양안시 유지반응이 소실된다고 보고하였다. Pittke¹⁷는 5% 이상의 부등상시가 있을 때 융합력이 저하되고 복시가 발생된다고 하였다. 그리고 부등상 렌즈를 가지고 연구한 Jimenez et al⁶은 대상 환자 7명 중 5명에서 부등상시 3%에서 유의한 수준의 양안시 기능 감소가 있었으며, 나머지 2명에서는 5%에서 양안시 감소가 생겼다고 보고하였다. Lew et al¹⁸은 정상 성인에서 구면렌즈로 부등상시를 유발하여 부등상시와 입체시 및 융합력 관계에 대해 보고하였다. 부등상시의 정도가 증가하는 것과 입체시 및 융합력의 변화는 서로 유의한 관계가 있었고, 부등상시는 입체시보다 융합력에 더욱 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 입체시는 부등상시가 1%에서 2% 증가할 때 가장 유의한 차이를 보인다고 보고하였고 융합력은 부등시가 2%에서 3%로 증가할 때 가장 유의한 수준으로 감소한다고 보고하였다.

본 연구에서는 환자가 착용한 안경의 양안 구면렌즈 대응치의 차이와 부등상시의 크기는 유의한 통계적 연관관계를 보였으며, 양안 구면렌즈대응치의 차이가 2.00D 이상일 때 부등상시가 초래되는 경향을 보였다. 부등시의 증가에 따른 부등상시의 발생의 위험도는 7.197로 나타났다. 부등상시의 정도와 융합은 유의한 연관관계를 보였으며, 부등상시의 정도가 증가할 때 입체시 기능은 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 이전의 연구에서와 달리 입체시 기능의 감소가 통계적으로 유의하지 못한 결과를 나타낸 이

유는 티트무스 입체시 검사가 입체시 기능에 문제가 있는 경우에도 한눈 단서(monocular clue)로 처음 2~3개의 고리는 구별할 수 있기 때문에 정확한 입체시 저하를 반영하지 못했을 것으로 사료된다.^{2,19,20}

이상의 연구 결과 교정된 부등시는 부등상시를 유발하며 유발된 부등상시가 증가함에 따라 입체시 및 융합력이 저하된다는 것을 알 수 있었다. 부등상시가 양안시 기능저하와 함께 약시, 사시 등을 유발할 수도 있다는 점으로 볼 때 향후 부등상시에 대한 연구가 더욱 필요할 것이라고 여겨진다. 축성굴절부등이 있었던 경우 백내장 수술 이후 부등상시가 7% 생겨 복시가 생긴 보고가 있고, 인공수정체안에서 증상을 나타내는 부등상시는 흔하며, 단안 인공수정체인 경우 특히 부등상시의 정도가 심해고 양안시 기능 저하 및 눈피로 유발 가능성이 높다는 연구가 있다.^{21,22} 보통 부등상시에 대한 내성은 5% 정도인 것으로 보고되어 있다.^{7,23,24} 본 연구에서는 부등시 자체가 부등상시에 미치는 영향을 알아보고자 하였기 때문에 사시와 약시가 있는 환자는 제외되었으며, 따라서 심한 부등시와 부등상시가 동반된 환자는 연구 대상에서 제외되었다. 그 결과 대상 전부가 부등상시 4% 미만으로 내성 이내의 부등상시를 나타냈지만 융합과 입체시 기능에는 영향을 받았다. 따라서 부등시로 인해 유발된 부등상시를 느끼지 않아도 양안시 기능에는 영향을 미칠 수 있다는 것을 생각해 볼 수 있다.

본 연구에서는 부등시와 부등상시의 연관관계에 대해 연구하였고 부등상시의 정도와 양안시 기능의 연관관계에 대해 알아보고자 하였다. 부등시 자체가 양안시 기능에 영향을 줄 수 있기 때문에 부등상시와 양안시 기능의 연관관계에 있어서 부등시의 영향을 배제한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이상으로 볼 때 향후 좀 더 많은 수의 부등시 환자를 대상으로 연구를 진행하여 부등시 교정으로 인한 양안시 기능의 저하에 대해 규명할 필요가 있다고 여겨진다. 특히 어린 소아에 있어서 부등시 교정의 목적이 약시의 예방과 정상적인 양안시 기능의 발달에 있다고 할 때, 단순한 부등시의 교정만으로는 교정시력의 향상 외에 전반적인 시기능의 질적 향상을 얻을 수 없는 경우도 있다고 생각되며 이를 위해서도 부등시, 부등상시, 양안시 기능에 대한 연구가 함께 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Kim NS, Lee JH, Chang YH, Lee JB. Effects of retinal illuminance on visual acuity and fusion. J Korean Ophthalmol

- Soc 2002;43:332-6.
- 2) Heo JW, Yoo KW. Effect of Experimentally Induced Anisometropia on Binocular Vision. J Korean Ophthalmol Soc 1999;40:3468-73.
- 3) Ikeda H, Tremain KE. Amblyopia resulting from penalization, neurophysiological studies of kittens reared with atropinization of one or both eyes. Br J Ophthalmol 1978;62:21-8.
- 4) Romando PE. Aniseikonia? YECH! (vernacular idiom for = nauseating, disgusting). Binocul Vis Strabismus Q 1999;14:173-6.
- 5) Lubkin V, Kramer PW, Meninger D, et al. Aniseikonia in relation to strabismus, anisometropia and amblyopia. Binocul Vis Strabismus Q 1999;14:203-7.
- 6) Jimenez JR, Ponce A, del Barco LJ, et al. Impact of induced aniseikonia on stereopsis with random-dot stereogram. Optom Vis Sci 2002;79:121-5.
- 7) Lubkin V. Aniseikonia: findings of a 10-year study. Surv Ophthalmol 1997;42:293-5.
- 8) de Vries J. Anisometropia in children: analysis of a hospital population. Br J Ophthalmol 1985;69:504-7.
- 9) Ingram RM, Traybar MJ, Walker C, Wilson JM. Screening for refractive errors at 1 year: a pilot study. Br J Ophthalmol 1979;63:243-50.
- 10) Abrahamsson M, Sjostrand J. Natural history of infantile anisometropia, Br J Ophthalmol 1996;80:860-3.
- 11) von Noorden GK, Campos EC. Binocular vision and ocular motility: theory and management of strabismus, 6th ed. St. Louise: Mosby, 2002;119-23.
- 12) Enoch JM. Management of aniseikonia after intraocular lens implantation or refractive surgery. J Refract Surg 1997;13:79-82.
- 13) Linksz A, Bannon R. Aniseikonia and refractive problems. Int Ophthalmol Clin 1965;5:515-34.
- 14) Lubkin V, Shippman S, Bennett G, et al. Aniseikonia quantification: error rate of rule of thumb estimation. Binocul Vis Strabismus Q 1999;14:191-6.
- 15) Campos EC, Enoch JM. Amount of aniseikonia compatible with fine binocular vision: some old and new concepts. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1980;17:22-44.
- 16) Katsumi O, Tanino T, Hirose T. Effect of aniseikonia on binocular function. Invest Ophthalmol Vis Sci 1986;27:601-4.
- 17) Pittke EC. Fusion amplitude and aniseikonia. Experimental study of aniseikonia tolerance in unilateral aphakia. Klin Monstbl Augenheilkd 1987;191:462-72.
- 18) Lew YJ, Lee MV, Chang YH, et al. Effect of spherical lens induced aniseikonia on binocular function. J Korean Ophthalmol Soc 2004;45:99-104.
- 19) Larson WL, Lachance A. Stereoscopic acuity with induced refractive errors. Am J Optom Physiol Opt 1983;60:509-13.
- 20) Cho YA, Cho SW, Roh GH. Evaluation of criteria of stereoacuity for Titmus, Randot & TNO stereotests. J Korean Ophthalmol Soc 1999;40:532-7.
- 21) Kushner BJ, Kowal L. Diplopia after refractive surgery: occurrence and prevention. Arch Ophthalmol 2003;121:315-21.
- 22) Kramer PW, Lubkin V, Pavlica M, Covin R. Symptomatic aniseikonia in unilateral and bilateral pseudophakia. A projection space eikonometer study. Binocul Vis Strabismus Q 1999;14:183-90.
- 23) Crone RA, Leuridan OMA. Tolerance for aniseikonia. 1: diplopia thresholds in the vertical and horizontal meridians of the visual field. Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol 1973;188:1-16.
- 24) Hosaka A. Asthenopia and aniseikonia. Nippon Ganka Gakkai Zasshi 1954;58:792-7.

=ABSTRACT=

Effect of Correction Lens for Anisometropia on Aniseikonia and Binocular Function

**MarVin Lee, M.D.¹, Hong-Seok Yang, M.D.¹, Ho Min Lew, M.D.¹,
Jong-Bok Lee, M.D.², Yoon-Hee Chang, M.D.¹**

Department of Ophthalmology, Ajou University School of Medicine¹, Suwon, Korea

Department of Ophthalmology, Yonsei University College of Medicine², Seoul, Korea

Purpose: To study the effect of the corrective lens for anisometropia on aniseikonia and binocular function.

Methods: The study subjects were 30 patients without strabismus and amblyopia, who had anisometropia of more than 1.00D between the spherical equivalent of each correction lens. The amount of aniseikonia was measured by Awaya's New Aniseikonia Test. The degree of stereopsis and fusion were determined with Titmus Stereo Test and fusion card of major amblyoscope, respectively.

Results: The amount of aniseikonia increased significantly with increasing level of anisometropia ($p=0.000$). There was a statistically significant correlation between the amount of anisometropia and fusion ($p=0.046$). With increased aniseikonia, the stereopsis declined consequently, but the decline was not statistically significant. Aniseikonia was induced when there was more than 2.00D of anisometropia. With anisometropia increased by 1.00D, the odds ratio of induced aniseikonia was 7.197 ($p=0.047$).

Conclusions: Anisometropia is an important factor for aniseikonia and can disturb binocular function.
J Korean Ophthalmol Soc 46(7):1183-1188, 2005

Key Words: Aniseikonia, Anisometropia, Fusion, Stereopsis

Address reprint requests to **Yoon Hee Chang, M.D.**

Department of Ophthalmology, Ajou University School of Medicine

#San 5, Wonchon-dong, Youngtong-gu, Suwon 443-729, Korea

Tel: 82-31-219-5260, Fax: 82-31-219-5259, E-mail: yhchang@ajou.ac.kr