

유발된 부동시의 교정에 따른 입체시 변화

최진영 · 김재민 · 김현정

건양대학교 안경광학과

투고일(2008년 10월 28일), 수정일(2008년 11월 13일), 게재확정일(2008년 12월 9일)

목적: 단안 과교정 및 저교정으로 유발된 부동시에서 정상적인 양안시기능을 유지하기 위해 필요한 최소한의 교정도수를 알아보려고 하였다. **방법:** 안질환의 병력이 없는 20대의 성인 남녀를 대상으로 우위안 및 비우위안에 각각 과교정 및 저교정으로 부동시를 유발한 후 40 cm의 근거리에서 Titmus-fly stereotest 시표로 입체시를 측정하였다. **결과:** 우위안 또는 비우위안에 구면렌즈를 부가하여 부동시를 유발한 경우, 가입도수의 증가에 따라 입체시는 감소하였으며 특히 (+)구면렌즈 가입에 따른 최초의 입체시 감소는 (-)구면렌즈 가입에 의한 입체시 감소보다 현저하였다. 또한 우위안에 유발시킨 부동시의 경우가 비우위안에 유발시킨 부동시보다 입체시 감소의 정도가 두드러졌다. **결론:** 유발된 부동시에서 입체시는 비우위안을 완전교정하고 우위안에 (+)구면렌즈 도수를 증가시킬수록 두드러지게 감소하였다.

주제어: 부동시, 우위안, 비우위안, 입체시

서 론

일반적으로 안경처방검사의 최종적인 목적은 양안단일선명시(Clear Single Binocular Vision)의 핵심기능인 융합(fusion)을 할 때 안정피로(asthenopia)를 최소화하는데 있으며, 좌우안의 시력이 다른 시력부동시(anisopia)나 좌우안의 교정렌즈의 굴절력이 서로 다른 굴절부동시(anisometropia) 등의 원인으로 인한 부등상시(aniseikonia)의 경우 주시물체의 좌우 망막상의 크기가 다르므로 부등상성안정피로(aniseikonia asthenopia)를 유발하게 된다.

굴절부동시 즉, 부동시란 양안의 굴절력이 차이가 나는 경우를 말하며, 정도의 차이를 가지는 경우는 거의 정상과 마찬가지로 별다른 증상을 보이지 않는다. 하지만 그 차이가 양안 2D 이상인 경우에는 단안의 시력교정을 하더라도 망막상의 크기 또는 형태가 다르게 되며 렌즈의 프리즘 효과 및 구면수차가 유발된다. 또한 심한 부동시는 한쪽 눈을 주로 사용하므로 약시를 초래하거나, 중심시력발달의 실패로 사시로 진행 될 가능성도 있다. Wu 등의 연구에서는 양안의 굴절력 차이가 1D 이상인 대상자는 35.3%, 2D 이상인 대상자는 18.9%로 보고되고 있다¹.

부동시 환자의 안경처방시 양안 완전교정을 할 경우 양안에 미치는 프리즘의 차이가 크고 양안 망막상의 크기가 서로 상이하어 쉽게 안정피로가 나타날 수 있다. 그러나

양안 완전교정 후 위화감 등을 호소하는 경우 이로 인한 불편함과 안정피로를 경감하는 것에만 치중하여 안경처방을 하다보면 자칫 단안 저교정으로 인한 양안시기능 저하를 유발할 수도 있다.

양안시기능은 두 눈을 함께 움직여 주시물체를 하나로 선명하게 인식하는 기능으로서 동시시(simultaneous binocular perception), 융합, 입체시(stereopsis, stereoscopic vision)의 단계로 이루어진다. 입체시는 양안시기능의 최고 단계로서, 양안을 사용하여 상대적인 깊이를 인식하는 능력을 말하며, 이때 상대적인 깊이를 느낄 수 있는 두 지점이 망막위에 맺는 최소한의 망막 위 수평시차(retinal disparity)의 시각(visual angle)으로 표시된다². 입체감이 형성되기 위해서는 동시시와 융합의 단계를 거친 양안단일시가 정상적으로 이루어져야하고, 보다 정밀한 입체감 형성에는 눈의 굴절이상, 부동시, 억제, 망막의 시신경 상태, 안위이상 등의 요소가 연관되어 있다³. 따라서 입체시는 인간이 가진 최고의 시각상태로서 여러 가지 시각각적인 요소가 반영되어 있으며, 입체시에 영향을 미치는 인자로는 시력, 검사시간, 검사거리, 연습의 정도, 양안 망막상의 크기 차이, 조도 등이 있다^{4,6}. Titmus-fly, Randot, Lang, TNO stereotest 등이 현재 많이 사용되고 있는 입체시 검사법이며 이들은 모두 정지되어 있는 시표의 배경으로부터 시표를 구별하는 정적 입체시(static stereoacuity)검사

방법의 일종이다. 일반적으로 정상인의 경우 동적 입체시 (dynamic stereoacuity)의 최소 입체시 능력은 30~50초 정도이며, 정적 입체시의 경우 5~10초 정도의 최소 입체시 능력을 가지는 것으로 보고되고 있다⁷. 그러나 입체시의 정상 범위에 대해서는 검사방법이나 연구자마다 차이가 있으며 대체로 30~50초 범위가 보편적으로 받아들여지고 있다⁸. 입체시를 하기 위해서는 먼저 양안의 융합이 이루어져야하는데, 양안의 시력의 차이가 많아서 서로 조화되지 않을 때 한쪽 눈에서 억제가 유발되면 제대로 된 입체시를 할 수 없게 된다. 따라서 입체시는 눈의 전반적인 기능을 측정하고, 양안시기능 이상의 유무를 판별하는 기준이 되고 있다^{9,10}.

김 등¹¹의 논문에 따르면 사람의 신체는 좌우 대칭으로 되어 있고, 어느 한쪽이 다른 한쪽보다 우성을 나타내는 것을 볼 수 있으며 이러한 현상과 관련하여 눈에서 우성을 나타내는 우세한 눈을 우위안(Dominant eye)이라고 한다. 양안으로 물체를 주시할 때는 우위안을 통해서 주도적으로 물체를 보기 때문에 우위안의 교정이 보다 중요하고, 비우위안(Non-dominant eye)과의 균형 또한 쾌적한 시생활에 영향을 준다고 한다.

본 연구에서는 부동시 환자의 안경처방시 정상범위의 입체시 및 양안시기능 유지를 가능하게 하는 최대의 양안 굴절력 차이를 알아보고, 우위안 또는 비우위안에 저교정 또는 과교정 하였을 때 어떤 경우에 보다 더 양호한 입체시 및 쾌적한 양안시를 할 수 있는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

교정안경 처방에 따른 입체시력의 변화를 연구하기 위한 초기 조건을 동일하게 하기 위하여, 과거 안질환 병력이 없고 양안 최대 교정시력이 1.0 이상이며 완전교정 시 Titmus-fly stereotest 시표의 level 9까지 식별 가능한 40 sec of arc의 입체시를 가진 20대 신체 건강한 남녀 대학생 25명(50안)을 최종대상자로 선정하였으며 그 선정과정은 다음과 같다.

먼저 원형구멍카드법(Hole-in-card method)으로 대상자의 우위안을 검사한 후, 정확한 완전교정 도수를 측정하기 위하여 포롭터(Reichert Inc., USA)를 이용한 #7A 검사(조절균형 후의 양안으로 최고시력을 얻을 수 있는 최고 플러스 도수 검사)를 실시하였다. 이 때 교정시력이 1.0 미만인 자는 제외하고 1.0 이상인 대상자를 선별한 후, 이들의 완전교정 도수를 시험테에 장입하고 동시에 편광안경을 장용한 상태에서 40 cm에서 입체시력을 측정하였다. 입체시 검사를 위해 Titmus-fly® stereotest(Stereo Optical



Titmus stereotest performance level (Test circle)	Stereoscopic image disparity (sec of arc)
9	40
8	50
7	60
6	80
5	100
4	140
3	200
2	400
1	800

Fig. 1. Titmus-fly stereotest.

Co., Inc., IL, USA)를 이용하였으며(Fig. 1), 그 결과 level 9의 원을 식별 가능한 40 sec of arc의 입체시력을 가진 대상자만을 최종적으로 선정하였다. 대상자의 양안에 완전 교정 도수를 장입한 후 우위안 또는 비우위안에 구면렌즈를 부가하여 저교정 및 과교정을 유발시키고, 이때의 부동시의 정도에 따른 입체시력의 변화를 측정·비교하였다.

결 과

1. 대상자의 분포

대상자들의 우위안 분포는 Fig. 2에 나타나 있으며, 우안이 우위안인 경우는 16명(64%)이었고, 좌안이 우위안인 경우는 9명(36%)이었다. 그리고 양안 교정굴절력 차이가 2.00D 이상인 경우는 1명, 1.00D 이상에서 2.00D 미만인 경우는 3명, 1.00D 미만인 경우는 21명이었으며, 대상자의 원용안경 완전교정 처방도수의 분포는 Fig. 3과 Fig. 4에

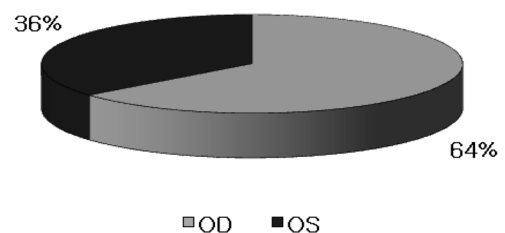


Fig. 2. The distribution of subject's dominant eye.

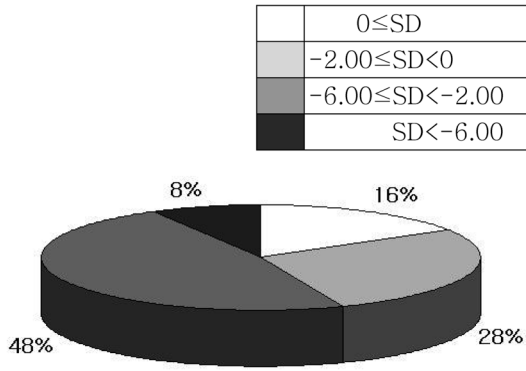


Fig. 3. The distribution of subject's spherical diopter (SD).

나타나 있다. 전체 대상자 50안(25명) 중 원용처방 구면도수가 0D 이상인 정시 및 원시안은 8안(16%)을 차지하였고, -2.00D 이상에서 0D 미만의 근시안은 14안(28%), -6.00D 이상에서 -2.00D 미만의 근시안은 24안(48%), -6.00D 미만인 근시안은 4안(8%)으로서, 중등도 근시안 (-6.00 ≤ SD < -2.00)이 가장 많은 분포를 차지하였다. 또한 대상자의 난시 분포를 분석한 결과, 난시를 가지고 있지 않은 경우는 전체 50안 중 17안(34%)이었고, 원주도수가 -1.00D 이상에서 0D 미만인 경우는 27안(54%), -2.00D 이상에서 -1.00D 미만인 경우는 6안(12%)으로 나타났다. 특히 난시를 가진 대상자의 난시 유형으로는 직난시가 가장 많았으며, 도난시와 사난시의 순서를 보였다. 이러한 분포결과는 본 연구의 대상자가 20대의 젊은이임에서 기인하는 것으로 사료된다.

2. 비우위안에서 렌즈 가입에 따른 입체시 변화

대상자의 우위안을 완전교정하고 비우위안에 -2.00D~+2.00D 범위의 구면렌즈를 0.50D 간격으로 점진적으로 가입하였을 때 나타나는 입체시의 변화가 Fig. 5에 보이고

있다. 그래프의 가로축은 부동시를 유발하기위해 완전교정 처방도수에 부가적으로 가입한 구면렌즈의 도수를 나타내고, 막대그래프를 위한 좌측의 세로축은 각 가입도수에서 최초로 입체시의 감소를 보였던 대상자의 수를 나타내며, 실선그래프를 위한 우측의 세로축은 각 가입도수에서 최초로 입체시 감소를 보였던 대상자들의 해당 입체시의 평균값을 나타낸다. 우위안을 완전교정하고 비우위안에 다양한 도수의 구면렌즈를 가입하였을 때 가장 많은 대상자에게서 최초로 입체시의 감소를 보였던 도수는, (-)구면렌즈 가입의 경우 S-1.50D를 가입하였을 때 10명(40%)의 대상자에서 최초의 입체시 감소를 보였고, (+)구면렌즈 가입의 경우 S+1.00D를 가입하였을 때 13명(52%)

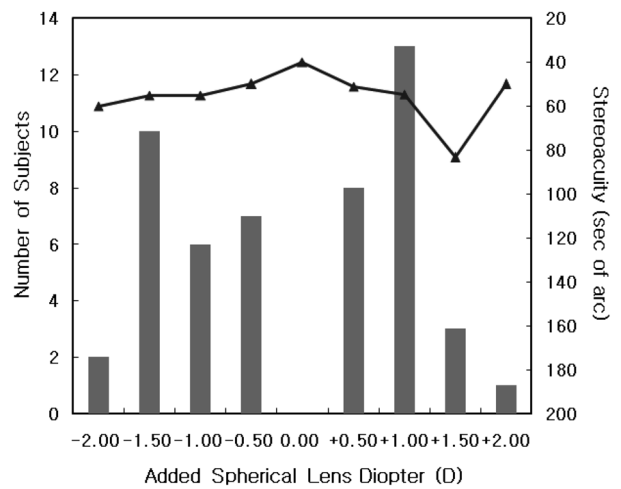


Fig. 5. The number of subjects and the first reduction of stereoacuity due to addition of spherical lens, in case of dominant eye with full correction and non-dominant eye with addition of S-2.00D~S+2.00D. The abscissa represents added spherical lens diopter while the ordinate represents the number of subject's with the bar graph and the stereoacuity with the line graph.

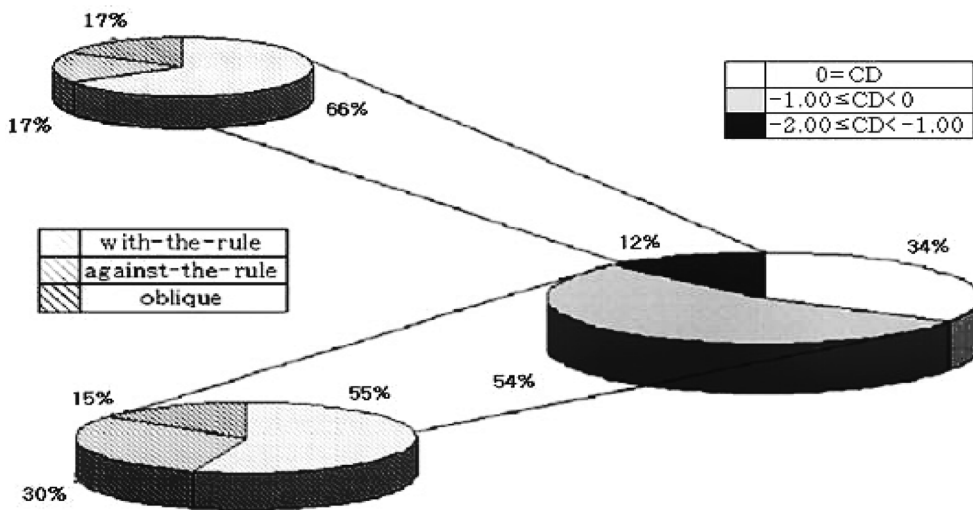


Fig. 4. The distribution of subject's cylindrical diopter (CD).

Table 1. The first reduction of stereoacuity due to addition of spherical lens to non-dominant eye with S-2.00D ~S+2.00D and dominant eye with full correction

Power of spherical lens added to non-dominant eye (D)	Stereoacuity (sec of arc) (Mean±standard deviation)
-2.00	60.00±0.00
-1.50	55.00±9.72
-1.00	55.00±5.48
-0.50	50.00±0.00
0.00	40.00±0.00
+0.50	51.25±3.16
+1.00	54.62±5.19
+1.50	83.33±49.33
+2.00	50.00±0.00

력의 낮은 도수의 (+) 또는 (-)구면렌즈 가입시, (+)구면렌즈를 가입하였을 때가 (-)구면렌즈를 가입하였을 때보다 입체시의 저하가 더 쉽게 나타나는 것을 알 수 있었다.

또한 각각의 가입도수에서 최초로 입체시의 감소를 보였던 대상자들의 입체시력의 평균값과 표준편차가 Table 1에 나타나있다. 최초로 입체시의 감소를 보였던 가입도수에서의 대상자들의 입체시력은 가입도수가 증가함에 따라 입체시 감소(sec of arc 수치 자체는 증가)의 경향을 보였다. 대상자 중 +2.00D 구면렌즈를 가입 시 최초의 입체시 감소를 보였던 경우는 1명이었으므로 그 변화량의 유효성은 미비하다고 하겠다.

3. 우위안에서 렌즈 가입에 따른 입체시 변화

대상자의 비우위안을 완전교정하고 우위안에 -2.00D~+2.00D 범위의 구면렌즈를 0.50D 간격으로 점진적으로 가입하였을 때 나타나는 입체시의 변화가 Fig. 6에 나타나 있다. 이때 그래프의 가로축과 세로축은 Fig. 5에서와 같다. 비우위안을 완전교정하고 우위안에 다양한 도수의 구면렌즈를 가입하였을 때 가장 많은 대상자에게서 최초로 입체시의 감소를 보였던 도수는, (-)구면렌즈 가입의 경우 S-0.50D를 추가하였을 때 13명(52%)의 대상자에서 최초의 입체시 감소를 보였고, (+)구면렌즈 가입의 경우 S+0.50D를 가입하였을 때 대상자 중 10명(40%)의 입체시가 처음으로 감소하였다. 비우위안에 유발된 부동시에서의 결과(Fig. 5)와 비교해 볼 때 우위안에 유발된 부동시의 경우, 0.50D의 낮은 도수의 (+) 및 (-)구면렌즈 부가 시에도 최초로 입체시의 감소를 보이는 대상자수가 증가하였다. 이로써 유발된 부동시에서 우위안이 입체시 유지에 보다 크게 작용을 하는 것을 알 수 있다. 그리고 이때 각각의 가입도수에서 최초로 입체시의 감소를 보였던 대상

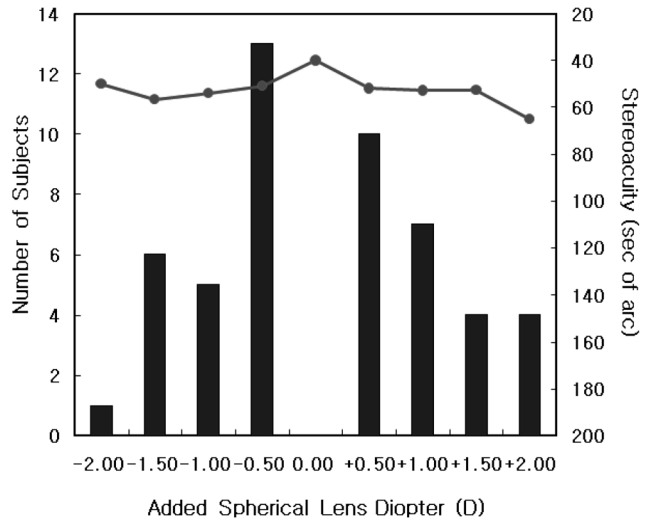


Fig. 6. The number of subjects and the first reduction of stereoacuity due to addition of spherical lens, in case of non-dominant eye with full correction and dominant eye with addition of S-2.00D~S+2.00D. Both the abscissa and the ordinate are the same as Fig. 5.

Table 2. The first reduction of stereoacuity due to addition of spherical lens to dominant eye with S-2.00D~S+2.00D and non-dominant eye with full correction

Power of spherical lens added to dominant eye (D)	Stereoacuity (sec of arc) (Mean±standard deviation)
-2.00	50.00±0.00
-1.50	56.67±5.16
-1.00	54.00±5.48
-0.50	50.77±2.77
0.00	40.00±0.00
+0.50	52.00±4.22
+1.00	52.86±4.88
+1.50	52.50±5.00
+2.00	65.00±23.80

자들의 입체시력의 평균값은 Table 2와 같다.

4. 비우위안과 우위안에서의 렌즈 가입에 따른 입체시 비교

유발된 부동시의 비우위안 또는 우위안에 각각 구면렌즈를 가입함에 따른 입체시력의 변화는 Table 3에서와 같고, 이들을 비교한 결과가 Fig. 7에 나타나있다. 한쪽 눈은 완전교정 한 상태에서 비우위안 또는 우위안에 0.50D 간격의 구면렌즈를 점진적으로 가입하였을 때, 가입도수의 증가에 따라 입체시가 감소하는 경향을 보였다. 특히 (+) 구면렌즈 가입 시에 더 큰 입체시 감소를 나타내었고, 비우위안보다 우위안에 렌즈를 부가한 경우 입체시의 감소가 더 크게 나타났다. 또한 동일한 도수의 구면렌즈를 부

Table 3. Changes of stereoacuity due to addition of spherical lens

Subject	Power of spherical lens (D)	Stereoacuity (sec of arc) (Mean±standard deviation)
Non-dominant eye	-2.00	89.60±66.61
	-1.50	61.60±20.55
	-1.00	48.00±10.00
	-0.50	42.80±4.58
	0.00	40.00±0.00
	+0.50	43.60±5.69
	+1.00	51.60±6.88
	+1.50	76.40±35.93
Dominant eye	-2.00	129.60±144.09
	-1.50	66.80±14.06
	-1.00	53.60±12.54
	-0.50	45.60±5.83
	0.00	40.00±0.00
	+0.50	44.80±6.53
	+1.00	51.20±10.13
	+1.50	68.40±35.90
+2.00	144.80±199.59	

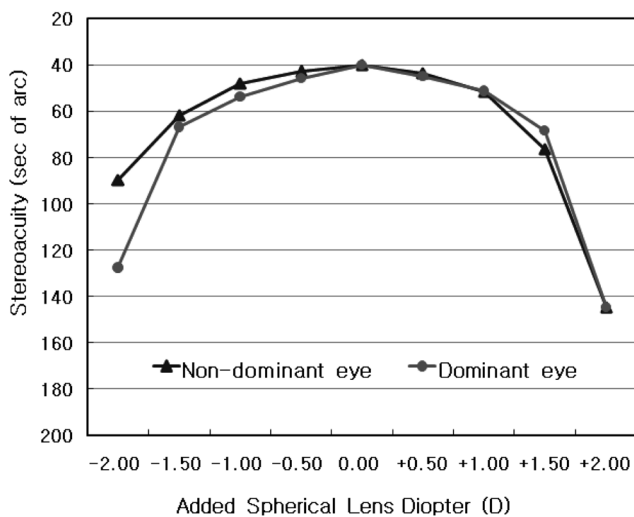


Fig. 7. Comparison of the stereoacuity variation due to addition of (-) or (+) spherical lens in either non-dominant eye or dominant eye.

가한 경우 입체시의 차이는 (+)구면렌즈를 가입할수록, 그리고 (+)구면렌즈의 가입도수가 클수록 두드러졌다. 즉, 낮은 도수에 비해 높은 도수의 구면렌즈를 가입 시 입체시의 차이가 두드러지며, 특히 S-2.00D 부가 시 우위안에 유발된 부동시의 경우 비우위안에 유발된 부동시보다 더

큰 입체시 변화를 보였다. 이에 비해 (+)구면렌즈 부가의 경우 비우위안에 유발된 부동시와 우위안에 유발된 부동시 간의 입체시 변화에는 큰 차이가 없었다.

결 론

1. 양안을 완전교정한 후 비우위안 또는 우위안에 구면렌즈를 부가할 경우 가입도수의 증가에 따라 입체시가 감소하였다.
2. 양안을 완전교정한 후 비우위안 또는 우위안에 (+) 또는 (-)구면렌즈를 가입하여 유발된 부동시에서, (+)구면렌즈를 가입하였을 때가 (-)구면렌즈를 가입하였을 때보다 입체시의 저하가 더 쉽게 나타났다.
3. 유발된 부동시에서 우위안에 렌즈를 가입하는 경우 비우위안에 가입할 경우에 비해 입체시 감소가 더 크게 나타났다.

고 찰

본 연구에서는 비우위안, 우위안에 각각 (-) 구면렌즈, (+)구면렌즈를 부가시켜 유도된 부동시에서 가입렌즈에 따른 입체시의 변화를 알아보았다. 모든 대상자에서 구면렌즈 가입에 의해 입체시의 감소가 나타났으며 이는 조절마비하 굴절검사 후 근거리 시력을 교정한 상태에서 (+)구면렌즈를 부가하였을 때 시력저하와 함께 입체시가 감소됨을 보고한 민 등⁵의 연구결과와 일치하였다. 이는 렌즈 가입에 의해 중심시력의 저하와 함께 입체시력도 감소하였기 때문으로 생각된다. 또한 가입렌즈의 도수가 동일하더라도 (+)구면렌즈를 가입했을 때의 입체시 저하가 (-)구면렌즈를 가입했을 때보다 컸으며, 이는 TNO 검사를 수행한 박 등¹²의 연구나 동적 입체시검사를 수행한 김 등¹³의 선행연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 이는 선정된 대상자가 조절력이 풍부한 20대의 성인 남녀이므로 (-)구면렌즈 부가 시에는 수정체의 생리적인 조절(accommodation)에 의해 이를 극복함으로써 근거리 입체시의 감소가 적게 나타난 것으로 사료된다. 그리고 비우위안에 구면렌즈를 부가하여 부동시를 유발했을 때보다 우위안에 구면렌즈를 부가하여 부동시를 유발했을 때 가입렌즈에 따른 입체시의 감소가 더 두드러지는 것은 일반적인 시력과 마찬가지로 입체시에도 우위안이 더 큰 역할을 하기 때문으로 여겨진다. 유발된 부동시에서 비우위안에 렌즈를 가입할 경우에는 -1.50D보다 낮은 (-)구면렌즈나 +1.00D 이상의 (+)구면렌즈 가입 시, 그리고 우위안에 렌즈를 가입할 경우에는 -1.00D보다 낮은 (-)구면렌즈나 +1.00D 이상의 (+)구면렌즈 부가 시 각각 입체시가 50초 이상으로 감

소하였으므로, 부동시의 교정 시 이러한 입체시의 감소를 고려하여 교정도수를 처방하여야 할 것이다. 이후 다양한 연령층의 대상자 선정과 함께 대상자의 수를 증가시켜 연구를 수행한다면 부동시 교정에서의 근거리 입체시와 조절력과의 상관관계도 알 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Wu H. M., Casson R. J., Newland H. S., Muecke J., Selva D., and Aung T., "Anisometropia in an Adult Population in Rural Myanmar: The Meiktila Eye Study", *Ophthalmic Epidemiol.*, 15(3):162-166(2008).
2. Von Noorden G. K., "Binocular vision and ocular motility", 3rd Ed., C. V. Mosby, St. Louis, USA, pp. 24-28(1985).
3. 전영윤, 주석희, 박성중, "원거리 사위도가 입체시에 미치는 영향", *한국안광학회지*, 13(1):101-105(2008).
4. Rogers B. J. and Bradshaw M. F., "Vertical disparities, differential perspective and binocular stereopsis", *Nature*, 21(361):253-255(1993).
5. 민병무, 박우찬, "시력과 입체시와의 관계", *대한안과학회지*, 28(6):1339-1342(1987).
6. 이창환, 최동규, "조도가 입체시에 미치는 영향", *대한안과학회지*, 43(10):1963-1967(2002).
7. 진용한, "사시학", 개정판, 울산대학교출판부, 서울, pp. 67-75(1999).
8. Hong S. W. and Park S. C., "Stereoacuity of normal subjects assessed by Frisby Davis Distance Stereotest", *J. Korean Ophthalmol. Soc.*, 47(1):154-159(2006).
9. Marsh W. R., Rawlings S. C., and Mumma J. V., "Evaluation of clinical stereoacuity tests", *J. Ophthalmology*, 87(12):1265-1272(1980).
10. 박성은, 임기환, "개인용 컴퓨터를 이용한 동적 입체시 측정의 신뢰도", *대한안과학회지*, 43(1):149-154(2002).
11. 김창식, 이학준, "초등학교 아동의 우위안과 교정굴절력에 대한 연구", *한국안광학회지*, 8(2):53-56(2003).
12. 박미경, 진용한, "구면렌즈로 유발된 부동시가 원거리 및 근거리입체시에 미치는 영향", *대한안과학회지*, 37(5):862-870(1996).
13. 김성언, 임기환, "구면렌즈로 유발된 부동시가 동적입체시에 미치는 영향", *대한안과학회지*, 39(10):2426-2431(1998).

Changes of Stereoacuity with Correction in Induced Anisometropia

Jin Young Choi, Jai-Min Kim and Hyun Jung Kim

Department of Optometry, Konyang University

(Received October 28, 2008: Revised November 13, 2008: Accepted December 9, 2008)

Purpose: To study the minimum diopter of spherical lens with normal binocular function in induced anisometropia by over-correction or under-correction in single eye. **Methods:** Stereoacuity of subjects without ophthalmic disease history in their twenties was measured by using Titmus-fly stereotest at 40 cm after over-correction or under-correction in non-dominant eye or dominant eye, respectively. **Results:** In induced anisometropia, the stereoacuity decreased with increase of the power of added spherical lens in either non-dominant eye or dominant eye. And the first reduction of stereoacuity was more prominent with the addition of (+) spherical lens than (-) spherical lens. In addition, there was more strikingly decrement of stereoacuity with addition of spherical lens to dominant eye than non-dominant eye. **Conclusions:** In induced anisometropia, the most outstanding reduction of stereoacuity was obtained with increment of the power of added (+) spherical lens in case of non-dominant eye with full correction and dominant eye with addition of spherical lens.

Key words: Anisometropia, Dominant eye, Non-dominant eye, Stereoacuity