

## 근거리 입체시와 사위 및 굴절이상의 상관관계

심현석<sup>1</sup>, 김상현<sup>1</sup>, 김영청<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>광주보건대학교 안경광학과, 광주 506-701

<sup>2</sup>전남대학교 일반대학원 의학과, 광주 500-757

투고일(2015년 2월 11일), 수정일(2015년 3월 15일), 게재확정일(2015년 3월 17일)

**목적:** 본 연구는 성인 남녀의 근거리 입체시와 근거리 사위의 관계를 알아보고, 근거리 입체시와 사위 및 굴절이상의 상관성을 조사하였다. **방법:** 성인 83명(남자 36명, 여자 47명, 평균 연령 21.09±1.74(19~29)세)을 대상으로 굴절이상자는 완전교정 후, 검사거리 40 cm에서 근거리 입체시는 Titmus-fly Stereotest(Stereo Optical Co., Inc., Chicago, IL, USA)와 RANDOT Stereotest(Stereo Optical Co., Inc., Chicago, IL, USA), 사위는 수정토링톤법(modified torrington method)으로 측정하였다. **결과:** 근거리 입체시는 남자가 여자보다 더 좋았고 남녀 간에 차이는 없었으나, 근거리 사위는 여자가 남자보다 더 높았으며 남녀 간에 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 근거리 입체시는 Titmus-fly Stereotest와 RANDOT Stereotest 결과 각각 내사위에서 262.17±562.43초, 243.08±68.04초, 정위에서 148.42±269.54초, 107.40±263.74초, 외사위에서 113.94±152.46초, 79.70±136.83초로 사위 세 그룹 간에는 차이가 없었으나( $p>0.05$ ), 내사위와 근거리 입체시는 높은 상관성이 있었다( $r=0.68$ ). 또한 근거리 입체시가 굴절이상에서는 각각 정시에서 80.00±571.43초, 68.75±36.82초, 근시에서 133.57±224.15초, 93.14±214.95초 원시에서 511.20±855.00초, 511.4±855.60초로 세 그룹 간에 유의한 차이를 나타냈다( $p<0.05$ ). 근거리 입체시를 굴절이상도로 분류했을 때, 정시에서 가장 좋고 고도 근시, 고도원시로 굴절이상도가 높았을 때 감소하였다. **결론:** Titmus-fly Stereotest와 RANDOT Stereotest 결과, 성인의 근거리 입체시는 내사위일 때, 굴절이상이 높을 때 감소되어 사위 및 굴절이상과 관계가 있었고, 이 두 입체시 검사에서 근거리 입체시가 나쁠 경우에 사위 또는 굴절이상을 예상할 수 있다.

**주제어:** 근거리 입체시, Titmus-fly stereotest, RANDOT stereotest, 사위, 내사위, 굴절이상

### 서 론

정상적인 입체시(stereopsis)는 양안시기능(binocular visual acuity)을 평가할 때 매우 중요하고 기본적인 요소 중 하나이다.<sup>[1]</sup> 입체시가 공간 내에서 정확한 위치감, 거리감을 얻게 하므로 그 존재 자체가 중요하며, 시각계 전반의 발달이 정상적으로 완성될 때에만 충분히 획득되기 때문에<sup>[2]</sup> 입체시가 정상이라면 전반적인 눈의 기능도 정상 혹은 정상에 가깝다고 평가할 수 있어 입체시 검사는 사시, 약시, 부등시 등 눈의 이상을 발견하는 선별검사(screening) 및 진단검진방법으로써 양안시기능을 측정하는 매우 중요한 방법 중 하나이다.<sup>[3]</sup>

입체시의 정상 범위에 대해서는 검사방법이나 연구자마다 차이가 있으며, 대체로 30~50초 범위가 보편적으로 받아들여지고 있는데,<sup>[4,5]</sup> Simons<sup>[6]</sup>는 정상 성인의 근거리 입체시를 Titmus-fly Stereotest 상 40초로 평균 입체시를 보고하였으며, 입체시에 영향을 주는 요소로는 부등상

(aniseikonia), 부등시(anisometropia), 조절(accommodation), 망막조도(retinal illumination), 동공크기(pupil size)등<sup>[7,8]</sup>과, 안위이상,<sup>[9]</sup> 굴절이상(refractive error)과 시력<sup>[10-12]</sup>등이 제시되고 있다.

사위(phoria)는 사시(tropia)와는 다르게 융합기능(fusion function)이 있는 시축(visual axis)의 잠재적인 편위 상태로 입체시가 가능한데, Jimnez 등<sup>[13]</sup>은 근거리 사위(near phoria) 정도가 클수록 입체시가 낮을 수 있음을 예상할 수 있다고 하였고, 반면 Shin 등<sup>[14]</sup>은 근거리에서 외사위의 정도와 입체시는 관련성이 없다고 하여 사위의 정도와 입체시의 관계는 아직 명확하지 않다.

또한 시력(visual acuity)의 경우, Levy등<sup>[11]</sup>과 Larson<sup>[12]</sup> 등이 근거리 입체시(near stereoacuity)가 떨어지는 가장 큰 요인 중의 하나가 중심시력이 나빠지기 때문이라고 보고 하였으나 Simons<sup>[6]</sup>와 Matsubayashi,<sup>[15]</sup> Stimar<sup>[16]</sup>는 시력이 떨어져도 입체시에 별 영향이 없다고 하여 보고자의 실험 방법에 따라 시력과 입체시의 관계는 상반된 차이를 나타

\*Corresponding author: Young Cheong Kim, TEL: +82-62-232-6520, E-mail: apple9597@hanmail.net

내고 있다.

따라서 본 연구에서는 정상적인 입체시가 양안시를 평가할 수 있는 중요한 요소임을 근거하여 간단한 입체시 검사를 통해 사위나 굴절이상과 같은 양안시기능의 이상을 예측할 수 있다면 임상적으로 그 의미가 중요할 것으로 생각되어, 성인 남녀를 대상으로 Titmus-fly Stereotest와 RANDOT Stereotest 두 검사법을 이용하여 근거리 입체시를 평가하고, 근거리 입체시에 사위 및 굴절 이상이 미치는 영향과 그 상관관계를 알아보았다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 실험 당시 대상자들은 전신질환이나 안질환, 사시, 약시가 없는 교정시력이 0.8 이상인 평균 나이  $21.10 \pm 1.74$ (21~39)세의 성인 83명(남자 36명, 여자 47명)을 대상으로 실시하였다.

### 2. 연구방법

각각굴절검사 시행 후, 굴절이상자들은 완전교정을 실시하고 나서 측정을 실시하였다. 근거리 입체시와 근거리 사위 및 굴절이상의 관계를 평가하기 위하여 검사거리 40 cm에서 근거리 입체시는 Titmus-fly Stereotest와 RANDOT Stereotest로 각각 측정하고, 근거리 사위는 수정토링톤법(modified torrington method)으로 측정하였으며 굴절이상은 굴절검사 시 측정된 데이터를 이용하였다.

#### 1) 근거리 입체시 측정

입체시 검사는 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 하나는 물체의 국부적인 형상을 상대적인 깊이로 인식할 수 있도록 만든 윤곽입체시 검사법인 Titmus-fly Stereotest와, 다른 하나는 무작위로 배열된 점으로 구성된 난점(Random dot)을 이용하여 형태나 깊이감에 대한 정보가 없는 검사법으로 RANDOT Stereotest나 TNO가 있다.

입체시 검사에서 가장 보편적으로 사용되고 있는 Titmus-fly Stereotest는 부분입체시의 선별검사를 위해 3000초의 입체시에 해당하는 파리날개보다 더 섬세한 입체시를 위해 40~800초에 해당하는 9개의 Circle test가 구성되어 있으나 입체시가 없어도 처음 1~3번에서 Circle의 편위를 구별할 수 있는 한눈단서(monocular clue)때문에 위양성의 결과가 나올 수 있어<sup>[6,17,18]</sup> RANDOT Stereotest에서는 이 단점을 보완하기 위해 Random dot를 이용하여 한눈단서의 기회를 없애므로써 보다 정확한 검사를 하게 하고,<sup>[19,20]</sup> 두 검사법은 편광필터를 사용하여 보다 자연시에 가까운 상태에서 입체시를 측정할 수 있어 본 연구에서는 이 두

검사법을 이용하였고, 동일 검사자가 3회 반복 검사하고 평균값을 사용하였다.

Titmus-fly Stereotest는 40초부터 800초까지 9단계의 시차를 가진 Titmus Circle(Stereo Optical Co., Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 편광안경을 착용한 후 검사용 책자와 피검사자의 시축이 수직이 되게 하고 정면에서 바라보게 하였다. 편광안경에 의해 양안의 상이 분리되어 우안에 맺힌 상은 좌측, 좌안에 맺힌 상은 우측에서 보이게 되고 시차가 있는 Circle은 입체감이 있게 보여 앞쪽으로 튀어나와 보였다. 시차가 있는 Circle의 위치를 800초부터 차례대로 찾게 하였으며, 판정은 2번 이상 틀린 경우 그 직전에 찾은 Circle의 시차를 근거리 입체시로 기록하도록 하였다.

RANDOT Stereotest는 부분적으로 Random dot를 이용하는 RANDOT Stereotest(Stereo Optical Co., Inc, IL, USA)를 사용하여 Titmus-fly Stereotest와 같은 방법으로 편광안경을 착용한 후 시차가 20초부터 400초까지 8단계로 구성되어 있는 3개의 Circle배열을 400초부터 차례대로 검사하였고, 판정은 Titmus-fly Stereotest와 같은 방법으로 결정하였다.

#### 2) 근거리 사위 측정

근거리 사위는 마독스로드(Maddox rod)와 살라딘 카드(Saladin card)를 사용하여 다른 사위검사법보다 신뢰성이 가장 높고,<sup>[21]</sup> 재현성이 우수하다고 보고된 수정토링톤법(modified torrington method)<sup>[22,23]</sup>으로 측정하였으며, 수직사위는 고려하지 않고 수평사위에 대해서만 평가하였다.

근거리 사위의 측정방법은 근거리 시표인 살라딘카드를 검사거리에 위치시키고, 펜라이트를 카드 중앙에 있는 구멍에 위치시킨 다음 불빛이 인종을 향하게 하였다. 수평사위 검사를 위해서 우안에 마독스로드를 수평방향으로 부가하고 시표를 주시하게 하여 수직선조광이 보이는지를 확인한 후 점광원을 기준으로 수직선조광이 어디에 위치하는지를 물어보았다. 사위의 판정은 수직선조광이 점광원에 위치하면 정위, 수직선조광이 점광원의 오른쪽에 위치하면 (동측성)내사위, 수직선조광이 왼쪽에 위치하면 (교차성)외사위로 판정하였고, 이때 수직 선조광이 카드에 적혀 있는 어느 숫자에 있는지를 물어보고 수직선조광이 위치에 있는 숫자가 안구의 편위량이므로 사위량으로 기록하였다.

통계 및 상관분석을 위해서 측정된 근거리 사위량을 모건 분석기준<sup>[24]</sup>에 의해 외사위 0~6 Δ은 정위, 7 Δ이상은 외사위로 분류하여 사위정도를 내사위, 정위, 외사위 세 그룹으로 구분하였다.

3) 통계 및 분석

수집된 결과의 통계 분석은 Excel 통계프로그램을 이용하여 Student t-test와 One-Way ANOVA를 사용하여 통계적 유의성을 확인하고, 사위 및 굴절이상과 근거리 입체시의 상관성은 피어슨의 상관계수를 이용하여 분석하였다. 판정은 모두 p<0.05인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

적으로 유의한 차이는 없었으며(p=0.37, p=0.28), 남자가 여자보다 우수한 것으로 나타났다(Table 1).

근거리 사위는 전체 4.95±6.15 Δ, 남자는 6.68±5.42 Δ, 여자는 3.62±6.40 Δ으로, 남녀 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으나(p=0.02) 남자가 여자보다 조금 더 높게 나타났다(Table 1).

또한 Titmus-fly Stereotest, RANDOT Stereotest에서 각각 40초, 20초가 가장 많은 발생 빈도수를 나타냈고, Tychsen<sup>[4]</sup>과 Simons<sup>[6]</sup>가 75% 값을 정상 입체시로 정의한 것을 참고했을 때 75% 입체시는 모두 100초로 나타났는데 이 결과는 다른 연구결과들과 비교해 보면, 일반적으로 정상인에서 최소 입체시 능력은 30~50초 정도로 보고하였고,<sup>[4,5]</sup> Simons<sup>[6]</sup>는 정상 성인의 근거리 입체시를 Titmus-fly Stereotest 상 40초의 평균 입체시라고 하였고, Cho 등<sup>[25]</sup>은 Titmus-fly와 RANDOT, TNO 입체시 검사결과로 볼 때 정

결과 및 고찰

1. 성인 남녀의 근거리 입체시와 사위

Titmus-fly Stereotest와 RANDOT Stereotest로 측정된 근거리 입체시는 각각 전체 151.16±294.37초, 115.99±291.38초, 남자는 120.83±153.51초, 80.28±141.31초, 여자는 174.38±367.78초, 143.34±366.59초였고, 남녀 간에 통계

Table 1. The clinical characteristics in each gender group

|                         | Total         | Male          | Female        | Difference *p-value |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| Number of subjects      | 83            | 36            | 47            |                     |
| Age(years)              | 21.10±1.74    | 21.94±2.27    | 20.45±0.69    | 0.00                |
| Titmus test(sec of arc) | 151.16±294.37 | 120.83±153.51 | 174.38±367.78 | 0.37                |
| Randot test(sec of arc) | 115.99±291.38 | 80.28±141.31  | 143.34±366.59 | 0.28                |
| Near phoria(Δ)          | 4.95±6.15     | 6.68±5.42     | 3.62±6.40     | 0.02                |

\*t-test, statistically significant if p<0.05

The value represent the Mean±S.D(standard deviation)

PD; Pupillary Distance, sec of arc; seconds of arc, Δ; Prism diopter

Table 2. Mean value of phoria classified according to the near stereoacuity measured by using titmus test

| Near stereoacuity (sec of arc) | Total subjects(%) N=83 | Titmus-fly test |                       |             |                       |
|--------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|-------------|-----------------------|
|                                |                        | Esophoria       |                       | Exophoria   |                       |
|                                |                        | Mean±SD (Δ)     | No of subjects (n=12) | Mean±SD (Δ) | No of subjects (n=71) |
| *40                            | 28(34)                 | 4.50±2.26       | 5                     | 5.39±3.80   | 23                    |
| 50                             | 11(47)                 | 8.00±0.00       | 1                     | 7.20±3.25   | 10                    |
| 60                             | 9(58)                  | 2.00±0.00       | 1                     | 8.81±6.11   | 8                     |
| 80                             | 10(70)                 | 7.00±0.00       | 1                     | 8.50±5.00   | 9                     |
| 100                            | 7(78)                  | 0.00±0.00       | 0                     | 5.57±2.07   | 7                     |
| 140                            | 3(82)                  | 7.00±0.00       | 1                     | 8.25±1.77   | 2                     |
| 200                            | 4(87)                  | 6.00±0.00       | 1                     | 9.22±4.04   | 3                     |
| 400                            | 8(96)                  | 9.00±0.00       | 1                     | 4.50±2.67   | 7                     |
| Over 800                       | 3(100)                 | 12.00±0.0       | 1                     | 13.00±7.07  | 2                     |

\*mode, Δ; prisme diopter, N; total number of subjects

Exophoria: 0 Δ~18 Δ

%; Cumulative percentage

Table 3. Mean value of phoria classified according to the near stereoacuity measured by using randot test

| Near stereoacuity<br>(sec of arc) | Total subjects(%)<br>N=83 | Randot test    |                          |                |                          |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
|                                   |                           | Esophoria      |                          | Exophoria      |                          |
|                                   |                           | Mean±SD<br>(Δ) | No of subjects<br>(n=12) | Mean±SD<br>(Δ) | No of subjects<br>(n=71) |
| *20                               | 21(25)                    | 3.80±2.90      | 3                        | 5.36±4.21      | 18                       |
| 30                                | 8(35)                     | 8.00±0.00      | 0                        | 7.75±4.92      | 8                        |
| 40                                | 19(58)                    | 6.00±0.00      | 3                        | 7.16±4.04      | 16                       |
| 50                                | 11(71)                    | 7.00±0.00      | 1                        | 7.35±4.30      | 10                       |
| 70                                | 2(73)                     | 2.00±0.00      | 1                        | 16.00±0.00     | 1                        |
| 100                               | 13(89)                    | 7.00±0.00      | 2                        | 6.64±2.84      | 11                       |
| 200                               | 3(93)                     | 0.00±0.00      | 0                        | 4.67±4.04      | 3                        |
| Over 400                          | 6(100)                    | 10.50±0.00     | 2                        | 8.00±5.65      | 4                        |

\*mode, Δ; prisme diopter, N; total number of subjects

Exophoria: 0 Δ~18Δ

%; Cumulative percentage

Table 4. Relation of near stereoacuity between three phoria groups

| Phoria         | Titmus-fly test          |          | Randot test              |          |
|----------------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|
|                | Mean±S.D<br>(sec of arc) | *p-value | Mean±S.D<br>(sec of arc) | *p-value |
| Esophoria      | 262.17±562.43            | 0.33     | 243.08±568.04            | 0.25     |
| Exophoria 0~6Δ | 148.42±269.54            |          | 107.40±263.74            |          |
| Exophoria 7Δ~  | 113.94±152.46            |          | 79.70±136.83             |          |

Δ; prisme diopter

\*One-Way ANOVA, statistically significant if p<0.05

상 입체시의 기준은 각각 50초, 120초로 하는 것이 타당하다고 한 보고들과 약간 차이는 나지만, 정상 입체시를 50초로 기준할 때 발생율이 Titmus-fly Stereotest와 RANDOT Stereotest에서 각각 47%, 71.2%였고 RANDOT Stereotest의 결과는 어느 정도 일치하였다(Table 2, 3).

2. 근거리 입체시와 사위

Titmus-fly Stereotest, RANDOT Stereotest로 측정한 근거리 입체시는 내사위, 정위, 외사위 세 그룹으로 구분하여 비교했을 때 통계적으로 유의한 차이는 없었고(Table 4), 전체 사위도(Δ; prisme diopter)에 따른 분포를 보면 각각 내사위일 때 262초, 243초, 외사위 8 Δ일 때 320초, 276초, 외사위 18 Δ일 때 420초, 410초로 낮게 나타났으나 분포특성 상에 규칙성은 보이지 않았으며(Fig. 1), 사위 그룹별 평균을 비교해 보면, 각각 외사위 그룹이 113.94초, 79.70초로 정위 그룹 148.42초, 107.40초보다 오히려 더 높았고, 내사위 그룹은 262.17초, 243.08초로 정위, 외사위 두 그룹보다 평균이 낮게 나타나 사위 세 그룹에서 통계

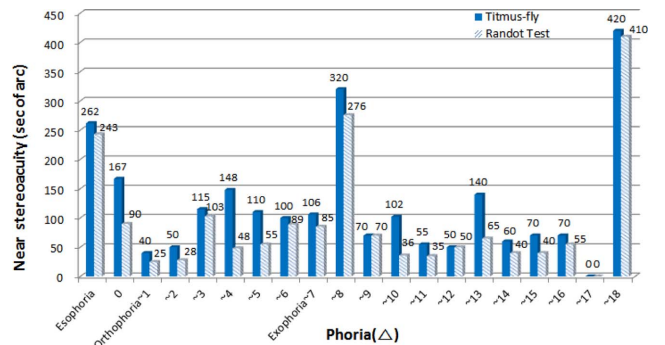


Fig. 1. Distribution of near stereoacuity according to the phoria.

적으로 유의한 차이는 없었지만 전체적으로 내사위에서 근거리 입체시가 낮은 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2). 또한 외사위와 근거리 입체시의 상관성은 매우 낮은 것에 비해(r=0.12, 0.14)(Fig. 3), 내사위와는 매우 높은 상관성을 나타냈다(r=0.68, 0.68)(Fig. 3).

외사위에 비해 내사위와 근거리 입체시의 상관성이 높게 나타난 것은 Saladin<sup>[1]</sup>이 수평사위와 하워드-돌먼 시표

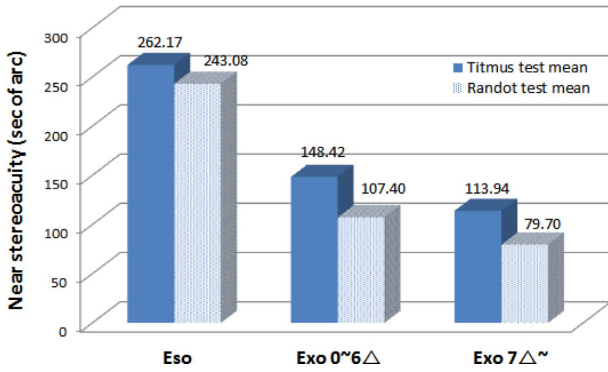


Fig. 2. Comparison of mean stereoacuity of three phoria groups measured by titmus-fly and randot test.

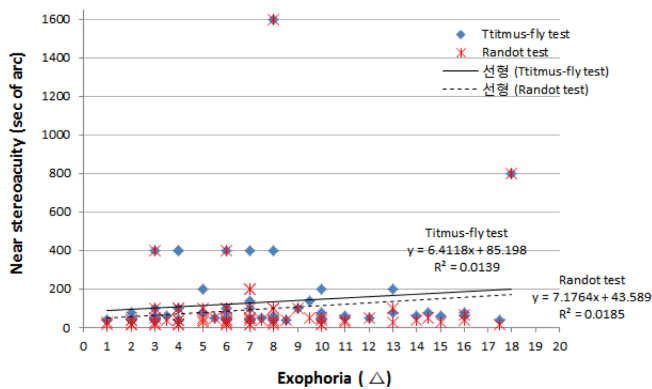


Fig. 3. Correlation between near stereoacuity and exophoria measured by titmus-fly and randot test.

로 측정된 입체시와의 관계를 분석한 결과 내사위가 클수록 입체시가 저하된다고 보고한 것과 일치되는 결과인데, 주시시차의 측면에서 살펴볼 때 내사위와 정위에 비해 외사위에서 근거리 입체시가 좋은 이유는 내사위와 다르게 외사위는 안구 편위량보다 실제 주시시차의 양이 비례적으로 크지 않아 외사위의 정도가 크더라도 실제 주시시차의 양은 크지 않아 외사위가 입체시에 미치는 영향이 작다<sup>[26]</sup>는 것을 그 이유로 볼 수 있고, 반면에 내사위의 경우 사위량과 주시시차량이 정비례하여<sup>[27]</sup> 내사위 정도가 크면 주시시차가 커져서 입체시에 미치는 영향이 커지기 때문이다.

융합버전스 적응기전 측면에서 보면, Sethi<sup>[28]</sup>는 눈이 생

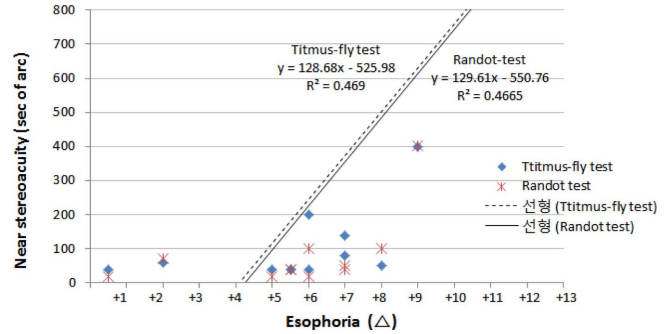


Fig. 4. Correlation between near stereoacuity and esophoria measured by titmus-fly and randot test.

리학적으로 외사위 정도가 클수록 강한 양한 양성융합버전스 적응기전이 작용하여 외사위를 극복한다고 하였고, Shin<sup>[14]</sup>도 역시 주의적인 눈모임이 주시시차가 너무 커서 이에 대한 알맞은 자극의 제공이 어려울 때 초기의 양성융합버전스를 증가시키는 융합버전스 반사기전으로 인해 외사위가 클 경우 주의적으로 주시시차의 정도를 줄일 수 있다고 하였다. 또한, 버전스 용이 면에서는 양안의 프리즘 기저가 귀 쪽일 때(Base Out)의 융합보다 코 쪽일 때(Base In)의 융합이 느리고 약해서 즉, 일반적으로 양성 융합버전스가 음성 융합버전스보다 선천적으로 강하고 효과적인 적응기전이어서 외사위안의 입체시가 저하되지 않는 이유로 작용한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 외사위 양이 증가해도 일부 불규칙하기는 하나 대체로 감소하는 경향을 보인 점(Fig. 1)과, 사위 세 그룹에서 외사위보다 내사위 그룹의 입체시 평균이 월등히 높은 점(Fig. 2)이 기존 연구들의 결과와 일치하는 부분이다.

결과적으로, 외사위와 근거리 입체시의 상관성은 높지 않았으나 내사위에서 근거리 입체시가 낮고 또한 높은 상관성을 보여 내사위와 근거리 입체시는 서로 관련이 있음을 확인했다. 따라서 근거리 입체시 검사를 통해서 사위의 유무나 내사위의 가능성을 예상할 수 있을 것으로 사료된다.

### 3. 근거리 입체시와 굴절이상

굴절이상과 근거리 입체시는 Titmus-fly Stereotest와 RANDOT Stereotest에서 각각 정시일 때 80.00±571.43초,

Table 5. Relation of near stereoacuity between refractive error states

| States of refractive error | Titmus-fly test       |          | Randot test           |          |
|----------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|
|                            | Mean±S.D (sec of arc) | *p-value | Mean±S.D (sec of arc) | *p-value |
| Hyperopia                  | 511.20±855.00         | 0.01     | 511.4±855.60          | 0.00     |
| Emmetropia                 | 80.00±571.43          |          | 68.75±36.82           |          |
| Myopia                     | 133.57±224.15         |          | 93.14±214.95          |          |

\*One-Way ANOVA, statistically significant if p<0.05

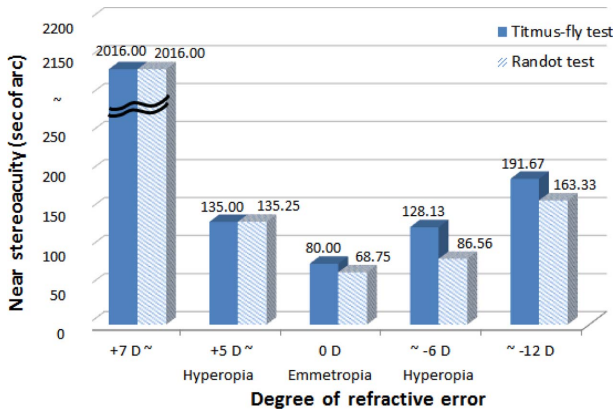


Fig. 5. Comparison of degree of refractive error and mean near stereoacuity of measured by titmus-fly and randot test.

68.75±36.82초, 원시일 때 511.20±855.00초, 511.4±855.60초, 근시일 때 133.57±224.15초, 93.14±214.95초로 정시일 때 가장 좋았고 원시일 때 가장 낮았으며, 굴절이상 세 그룹은 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=0.01$ ,  $p=0.00$ ) (Table 5). 굴절이상도의 크기에 따라 중등도(0~6 D)와 고도(6 D 이상)로 원시, 근시를 분류하여 각 그룹간의 입체시의 평균을 비교해 보았을 때, 정시를 기준으로 포물선 형태의 분포를 보여 정시에서 가장 우수한 입체시를 보였으며, 굴절이상도가 중등도에서 고도로 굴절이상이 커짐에 따라 즉, 시력이 나빠질 때 근거리 입체시가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 5).

기존 연구를 보면 인위적으로 굴절이상을 유발해 시력과 입체시의 관계를 실험한 경우, Min 등<sup>[29]</sup>은 시력이 감소함에 따라 입체시도 S형태의 곡선형으로 감소하였다고 보고하였으며 Colenbrander<sup>[10]</sup> 역시 시력이 나빠수록 대체로 입체시도 떨어진다고 보고한 반면에 Simons,<sup>[6]</sup> Stimar<sup>[16]</sup>는 양안 시력을 각각 0.5에서 1.0까지 교정한 후 이 때 발생하는 양안시력의 조합과 입체시와의 관계를 연구한 결과 시력은 입체시에 별 영향이 없었다고 하였고, Matsubayashi<sup>[15]</sup>은 한 눈 앞에 중성필터를 대어서 시력이 0.3까지 떨어져도 입체시력은 변함이 없다고 하여 시력과 입체시가 정비례 관계를 갖지 않는다는 근거를 제시하기도 했다.

이렇듯 입체시와 시력과의 관계는 보고자의 실험방법에 따라 상반된 차이를 나타내고 있는데 본 연구에서는 원시, 정시, 근시로 굴절이상을 분류하여 입체시를 분석해 본 결과, 예상대로 정시에서 입체시가 가장 좋았고, 굴절이상이 높아져 시력이 저하됨에 따라 대체로 입체시도 저하되는 것을 확인하여 시력이 감소함에 따라 입체시가 감소한다는 주장들과 일치하는 결과를 보여 근거리 입체시가 낮으면 굴절이상으로 인해 시력이 낮을 것을 예상할 수 있어 사위와 마찬가지로 입체시 검사를 통해 양안시기능의 이상을 예측할 때 굴절이상도 고려할 수 있을 것으로 사료

된다.

## 결론

본 연구를 통해서 Titmus-fly Stereotest와 RANDOT Stereotest로 측정된 근거리 입체시가 정상 입체시보다 낮을 경우, 내사위 및 높은 굴절이상도와 상관성이 있어 근거리 입체시가 사위 및 굴절이상과 관계가 있음을 확인하였고, 두 입체시 검사를 통해서 근거리 입체시가 낮으면 사위와 굴절이상을 예측할 수 있어 정상적인 입체시 평가뿐 아니라 양안시기능의 이상을 예상할 수 있는 중요한 선별 검사법으로 사용할 수 있다고 사료된다.

## REFERENCES

- [1] Saladin JJ. Effects of heterophoria on stereopsis. *Optom Vis Sci.* 1995;72(7):487-492.
- [2] Hong SW, Park SC. Stereoacuity of normal subjects assessed by frisby davis distance stereotest. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2006;47(1):154-159.
- [3] Von Noorden GK. *Binocular vision and ocular motility*, 5th Ed. St. Louis: Mosby, 1996;24-28.
- [4] Tychsen L. *Binocular vision*. In: William MH(ed) *Adler's physiology of the eye: clinical applications*, 9th Ed. St. Louis: Mosby, 1992;773-853.
- [5] Jin YH. *Strabismology*, 2nd Ed. Seoul: UUP, 1999;67-75.
- [6] Simons K. Stereoacuity norms in young children. *Arch Ophthalmol.* 1981;99(3):439-445.
- [7] Campos EC, Enoch JM. Amount of aniseikonia compatible with fine binocular vision: some old and new concepts. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 1980;17(1):44-47.
- [8] Lovasik JV, Szymkiw M. Effects of aniseikonia, anisometropia, accommodation, retinal illuminance and pupil size on stereopsis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1985;26(5):741-750.
- [9] Jung SA, Kim HJ. Comparison of stereopsis by influence factors in induced aniseikonia. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(4):465-471.
- [10] Colenbrander MC. The limits of stereoscopic vision. *Ophthalmologica.* 1948;115(6):363-366.
- [11] Levy NS, Glick EB. Stereoscopic perception and snellen visual acuity. *Am J Ophthalmol.* 1974;78(4):722-724.
- [12] Larson WL, Lachance A. Stereoscopic acuity with induced refractive errors. *Am J Optom Physiol Opt.* 1983;60(6):509-513.
- [13] Jimnez JR, Olivares JL, Prez-Ocn F, del Barco LJ. Associated phoria in relation to stereopsis with random-dot stereograms. *Optom Vis Sci.* 2000;77(1):47-50.
- [14] Shin HS, Lee SH, Yun MO, Kim MY, Bae HS, Park SC. Relationship between the degree of exophoria and stereoacuity. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2009;14(2):41-46.
- [15] Matsubayashi A, Graham CH. *Visual space perception. vision and pception*, 1st Ed. New York: John Wiley&Sons,

- 1965;292.
- [16] Stimar G. Blurred visual stimuli on vernier and stereoacuity. *Acta Ophthalmol.* 1971;49(3):364-379.
- [17] Cooper J, Warshowsky J. Lateral displacement as a response cue in the titmus stereotest. *Am J Optom Physiol Opt.* 1977; 54(8):537-541.
- [18] Hansell R. Stereopsis and arc. *Am Orthopt J.* 1991;41:122-127.
- [19] Frisby JP, Mein J, Saye A, Stanworth A. Use of random-dot stereograms in the clinical assessment of strabismic patients. *Br J Ophthalmol.* 1975;59(10):545-552.
- [20] Cooper J, Feldman J. Random-dot-stereogram performance by strabismic, amblyopic, and ocular-pathology patients in an operant-discrimination task. *Am J Optom Physiol Opt.* 1978;55(9):599-609.
- [21] Schroeder TL, Rainey BB, Goss DA, Grosvenor TP. Reliability of and comparisons among methods of measuring dissociated phoria. *Optom Vis Sci.* 1996;73(6):389-397.
- [22] Rainey BB, Schroeder TL, Goss DA, Grosvenor TP. Inter-examiner repeatability of heterophoria tests. *Optom Vis Sci.* 1998;75(10):719-726.
- [23] Casillas EC, Rosenfield M. Comparison of subjective heterophoria testing with a phoropter and trial frame. *Optom Vis Sci.* 2006;83(4):237-241.
- [24] Sung PJ. *Optometry*, 7th Ed. Seoul: Deihakseolim, 2011;195-276.
- [25] Cho YA, Cho SW, Roh GH. Evaluation of criteria of stereoacuity for titmus, randot & tno stereotests. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1999;40(2):532-537.
- [26] Sheedy JE, Saladin JJ. Phoria, vergence, and fixation disparity in oculomotor problems. *Am J Optom Physiol Opt.* 1977;54(7):474-478.
- [27] Ogle KN. *Researches in Binocular Vision*, 1st Ed. New York; Hafner, 1964;159-162.
- [28] Sethi B, North RV. Vergence adaptive changes with varying magnitudes of prism-induced disparities and fusional amplitudes. *Am J Optom Physiol Opt.* 1987;64(4):263-268.
- [29] Min BM, Park WC. The relationship between visual acuity and titmus stereoacuity. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1987;28(6):1339-1342.

## Correlation of Near Stereoacuity and Phoria, and Refractive Error

Hyun-Suk Shim<sup>1</sup>, Sang-Hyun Kim<sup>1</sup>, and Young-Cheong Kim<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Ophthalmic Optics, Gwangju Health University, Gwangju 506-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Medical science, Graduate School Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

(Received February 11, 2015; Revised March 15, 2015; Accepted March 17, 2015)

**Purpose:** This study was investigated the relationship between the male and female of near stereoacuity and phoria, and was examined the correlations between near stereoacuity and phoria and refractive error. **Methods:** Adult 83 (male 36, female 47, mean age  $21.09 \pm 1.74$ (19~29) years old) target was examined after full correction of refractive error. Near stereoacuity was measured by using Titmus-fly Stereotest(Stereo Optical Co., Inc., Chicago, IL, USA), and RANDOT Stereotest (Stereo Optical Co., Inc., Chicago, IL, USA), phoria was measured by using modified torrington method, at distance 40 cm. **Results:** In near stereoacuity, male was better good than female, and there was no difference between male and female ( $p > 0.05$ ). In near phoria, female was more higher than male, and there was a significant difference between male and female ( $p < 0.05$ ). Near stereoacuity by Titmus-fly test and Randot test result respectively was  $262.17 \pm 562.43$  sec (second of arc)  $243.08 \pm 68.04$  sec in esophoria,  $148.42 \pm 269.54$  sec,  $107.40 \pm 263.74$  sec in orthophoria,  $113.94 \pm 152.46$  sec,  $79.70 \pm 136.83$  sec in exophoria, there was a no difference between three phoria groups ( $p > 0.05$ ), and was a high correlation between phoria and near stereoacuity( $r=0.68$ ). In addition, near stereoacuity in the refractive error respectively was  $80.00 \pm 571.43$  sec,  $68.75 \pm 36.82$  sec in myopia,  $133.57 \pm 224.15$  sec,  $93.14 \pm 214.95$  sec in hyperopia,  $511.20 \pm 855.00$  sec,  $511.4 \pm 855.60$  sec, there was a significant difference between three phoria groups ( $p < 0.05$ ). when was classified near stereoacuity into degree of refractive error, near stereoacuity was best in emmetropia, and was reduced when refractive error was highest in high degree myopia, and hyperopia. **Conclusions:** Titmus-fly Stereotest and RANDOT Stereotest result, near stereoacuity of adults, when esophoria and high degree refractive error, was reduced, there was a relationship between near stereoacuity with phoria, and refractive error. In this both stereotests if was bad when near stereoacuity can expect a phoria and refractive error.

**Key words:** Near stereoacuity, Titmus-fly stereotest, RANDOT stereotest, Phoria, Esophoria, Refractive error