



## Comparison of Dynamic Stereoacuity According to Monocular Cue

Hyun-Suk Shim, Sang-Hyun Kim, and Young-Cheong Kim\*

Dept. of Ophthalmic Optics, Gwangju Health University, Gwangju 506-701, Korea  
(Received February 13, 2017; Revised March 11, 2017; Accepted April 23, 2017)

**Purpose:** This study was to compare between the dynamic stereoacuity (DS) with and without monocular cue using two-rod test, and to investigate the relationship between amount of pupil distance (PD), anisometropia and DS. **Methods:** For subjects, 126 adults (male 70, female 56, mean age of  $21.11 \pm 2.22$  years old) were measured the DS when including monocular cue with naked eye and excluding monocular cue separated with polarized glasses. The test was performed three times at 2.5 m for each. **Results:** The mean of DS with monocular cue was  $28.55 \pm 22.04$  arc sec for total subjects,  $27.74 \pm 20.51$  arc sec for male,  $29.58 \pm 23.97$  arc sec for female, and the mean of DS without monocular cue was  $145.02 \pm 8057$  arc sec for total subjects,  $140.02 \pm 76.52$  arc sec for male,  $142.60 \pm 78.08$  arc sec for female. The mean difference between the two DS with and without monocular cue was  $114.04 \pm 77.67$  arc sec, and the two stereoacuity was statistically significantly different ( $p < 0.05$ ) but not correlated. In addition, DS without monocular cues was slightly more correlated to DS with anisometropia than DS by amount change of PD ( $r = 0.23$ ). **Conclusions:** The dynamic stereoacuity showed a significant difference depending on the presence or absence of a monocular cue, and the difference between the two stereoacuity value was not constant, and the deviation was large. So both the examination excluded the monocular cue, which removed some fusion with polarized glasses, and examination included the monocular cue with the naked eye are necessary. The more important stereo test is a test of monocular cue included.

**Key words:** Two-rod test, Monocular cue, Dynamic stereoacuity, Anisometropia, PD

### 서론

입체시(stereoacuity)는 파놉(Panum) 융합구역 내에 있는 서로 떨어져 있는 상이 융합(fusion)되면서 두 눈으로 원근감을 인지하는 원리로 양안시(binocular vision)의 가장 수준 높은 형태이다.<sup>[1]</sup>

입체시는 일반적으로 정적입체시(static stereoacuity)를 기준으로 평가하고 있는데 이와 달리 Tychsen,<sup>[2]</sup> Tyler<sup>[3]</sup>는 입체시는 정적입체시와 동적입체시(dynamic stereoacuity)가 서로 다른 시차처리(disparity process)과정을 가진 서로 다른 기능이라고 한 점은 정적입체시와 동적입체시 두 기능을 각각 다른 검사법으로 측정해야 하는 필요성을 시사한다.

또한 단안단서(monocular cue)는 후천적 경험에 의해 얻어지는 기능이며,<sup>[4]</sup> 양안시를 통해 입체시를 할 때 어떤 대상들 사이에서 선형적 원근감, 그림자, 움직임, 질감 등에 의해서 깊이 단안단서가 제공될 수 있다.<sup>[5]</sup> 이는 사람들이 일반적인 시생활에서 양안시를 하면서도 단안단서를 통해

서 많은 정보를 얻는다는 것을 의미한다. 더불어 이것은 오랜 시간동안 시각예술과 전시 등 관습적인 생활이 순전히 단안의 시각에서 좋은 3차원 정보를 수집할 수 있었다<sup>[6]</sup>는 사실에서도 단안에서 단안단서로 인해 입체시를 일정 정도 할 수 있다는 것을 의미하기도 한다.

Westheimer<sup>[6]</sup>가 입체시검사의 가장 좋은 임상 시험방법으로 Howard-Dolman의 이간계 검사를 제시하였듯이 일 상에서 단안 깊이 단서가 포함되어서 느끼는 원근감각, 깊이 지각을 측정하기에 적합하고, 최근 보편적인 일상생활인 자동차 운전이나 스포츠 활동 등은 자연시(natural vision) 상태로 여러 단안단서들이 존재하는 상황에서 시각생활이 이루어지고 있다는 점을 고려하면 단안단서를 포함한 원거리 동적입체시가 중요하다고 생각된다.

이에 저자들은 최근 발전하는 현대인의 생활에 알맞은 시기능 평가를 위해 단안단서의 유무에 따라서 동적입체시가 어떠한 차이를 나타내는지 측정하여 비교해 보고, 또한 굴절부등(anisometropia)과 PD와의 상관성도 함께 평가해보고자 한다.

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

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 실험 당시에 전신질환이나 안질환이 없고, 눈 수술 경험이 없는 평균 나이 전체 21.11±2.22(19~32)세, 남자 21.72±2.47(19~32)세, 여자 20.35±1.58(19~29)세인 성인 120명(남자 70, 여자 56)을 대상으로 실시하였다.

### 2. 연구방법

각각굴절검사를 실시하여 전체 대상자의 굴절이상 평균 우안 등가구면 -1.75±2.32 D, 좌안 등가구면 -1.67±2.40 D 중, 굴절이상도가 0 D 인 36명을 제외한 굴절이상자는 모두 완전교정(full correction)을 한 후 검사를 실시하였다. 단, 이번 실험에서는 사위에 따른 분류는 하지 않고 진행하였다. 평균 동적입체시는 이간계(two-rods test)를 이용하여 측정하였고, 검사거리는 2.5 m에서 각각 3회씩 측정하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 편광안경을 사용할 것을 고려하여 검사실 조도는 800 Lux 이상으로 하였으며 두 검사 모두 동일한 조도에서 실시하였다.

#### 1) 단안단서 포함, 제외된 동적 입체시의 측정

이간계(two-rods test)는 막대의 끝을 가린 사각형의 창을 통해 고대비 바탕을 배경으로 하여 막대가 보이게 구성되어 있고, 두 개의 막대 중 한 개가 고정되어 있고 나머지 한 개 막대는 줄과 도르래 배열에 의해 관측자로부터 앞으로(가까이) 뒤로(멀리) 움직일 수 있다. 대상자들에게 가운데 위치한 막대에 연결된 줄을 앞, 뒤로 움직여 좌측에 고정된 막대에 최대한 수평으로 일직선상으로 놓이도록 보일 때를 선택하도록 하고 이때 두 막대간의 떨어진 간격 즉, 수직시차(vertical disparity)에 해당하는 오차거리 값을 각각 기록하였다. 이 때 오차거리 값의 측정방법은 고정된 막대위치를 '0'으로 기준 삼아 나머지 움직이는 한 개의 막대가 앞에 놓이면 '+' 뒤로 놓이면 '-'로 구분하여, 고정된 막대와 실험대상자가 움직여 이동해 놓은 막대 사이의 떨어진 간격을 부호와 함께 표시하도록 하였다.

동적입체시 측정은 첫 번째는 대상자에게 아무런 장치를 착용하지 않고 나안으로 자연시 상태를 유지하여 단안단서를 포함한 채 측정하였고, 두 번째는 단안단서를 제외하기 위해서 원거리 편광입체시 검사방법과 동일하게 우안 45축, 좌안에 135축의 편광안경(polarized glasses)을 착용하고 좌우측 막대 앞에 각각 135축, 45축 편광필터를 부착하여 양안분리를 시킨 후 측정하였다. 두 검사는 모두 총 3회 실시하여 각각 결과를 기록하였다.

단안단서를 포함, 제외한 두 검사에서 측정된 두 막대 사이의 떨어진 간격 즉, 대상자의 원근감에 의한 오차거리

Table 1. Convert binocular disparity into dynamic stereoacuity

$$* \text{The stereoscopic threshold}(n) = \frac{(\Delta b) \times IPD}{b^2} (206,265)$$

b: observation distance

$\Delta b$ : standard deviation or the average of the longitudinal offset

IPD: Interpupillary distance

206,265: conversion factor between radians and seconds of arc

값을 양안시차 양(binocular disparity amounts) 즉, Table 1을 참고하여 입체시 역치로 변환하여 각각 상자의 동적입체시(단위: 초)를 나타내었다.

#### 2) PD 및 굴절부등량과 동적입체시의 관계

단안단서의 유무에 따른 동적입체시와의 상관성을 알아보기 위해서 통계 및 상관관계 분석에 필요한 PD 및 굴절부등은 각각굴절검사 시 측정된 데이터를 사용하였고, 굴절부등량은 양안 구면등가 굴절력의 차이를 산출하여 사용하였다.

#### 3) 통계 및 분석

실험결과와 통계 및 분석은 Excel 통계프로그램을 이용하여 Student t-test와 paired t-test, Pearson 상관계수를 구하여 단안단서의 유무에 따른 동적입체시의 통계적 유의성과 상관성을 알아보고, 굴절부등과 PD와 동적입체시의 상관성을 분석해 보았다. 통계적으로는 P-value<0.05인 경우를 유의한 것으로 정의하였다.

## 결과 및 고찰

#### 1. 단안단서의 유무에 따른 동적입체시

Table 2에서는 성인 126명(남 70, 여자 56)의 평균 나이는 21.11±2.22세, 남자 21.72±2.47세, 여자 20.35±1.58세로 단안단서를 포함한 동적입체시는 전체 평균 28.55±22.04초, 남자는 27.74±20.51초, 여자는 29.58±23.97초로 나타났다. 편광안경을 착용하여 단안단서를 제외한 상태에서의 동적입체시는 전체 평균 142.60±78.08초, 남자는 140.02±76.52초, 여자는 145.02±80.57초로 단안단서를 포함한 동적입체시에 비해 월등히 높게 나타났다. Table 3에서는 단안단서의 유무에 따른 두 동적입체시의 차이는 114.04±77.67초로 두 입체시간의 평균은 통계적으로 유의하게 차이를 보였으나(P = 0.00), 상관관계는 유의하지 않았다(p = 0.15).

동적입체시의 정상 기준은 Matsuo 등<sup>[8]</sup>이 삼간계는 오차거리 20 mm를 초각 입체시로 등가 환산하여 약 40.99초로 제시하였고, 이간계를 사용한 이전 연구<sup>[9]</sup>에서는 이

Table 2. The clinical characteristics in each gender group

Characteristics	Total	Male	Female	Difference *P-value
Number of subjects	126	70	56	
Age (years)	21.11±2.22	21.72±2.47	20.35±1.58	0.00
PD (mm)	63.46±3.28	64.58±3.17	62.05±2.85	0.00
Anisometropia (D)	0.41±0.53	0.35±0.38	0.49±0.67	0.15
Dynamic stereoacuity including monocular cue (arcsec)	28.55±22.04	27.74±20.51	29.58±23.97	0.64
Dynamic stereoacuity excluding monocular cue (arcsec)	142.60±78.08	140.02±76.52	145.02±80.57	0.68

D; diopter; The data represent the Mean±SD (standard deviation).

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

Table 3. Comparison of dynamic stereoacuity including monocular cue and dynamic stereoacuity including monocular cue

	Mean±SD (arcsec)	*P-value	**P-value
Dynamic stereoacuity including monocular cue	28.55±22.04	0.00	0.16
Dynamic stereoacuity excluding monocular cue	142.60±78.08		
Difference values of two dynamic stereosacuity	114.04±77.67		

\*paired t-test statistically significant if  $p < 0.05$

\*\*Pearson's correlation coefficient statistically significant if  $p < 0.05$

간계 평균 29.91초, 삼간계 평균 23.75초로 보고하였으며, Han 등<sup>[10]</sup>은 삼간계를 이용하여 측정한 동적입체시력 평균을 양안시야각 5°에서 20.69±2.25초, 10°일 때 27.07±2.86초, 그리고 15°일 때 42.51±3.97초로 보고한 이들 결과들과 비교해보면, 본 연구에서 단안단서를 포함한 이간계 동적입체시는 평균 28.55±22.04초로 나타나 거의 정상 범위에 해당하였다.

Kim 등<sup>[7]</sup>은 입체시검사의 중요한 요소의 하나로 단안단서의 영향을 고려하여 반드시 단안검사도 병행하여야 한다고 하였고, 원거리(distance)정적입체시에서 단안단서의 정도를 알아보기 위해서 한 눈으로 FD2(Frisby Davis Distance) stereotest를 한 결과, 양안으로 측정한 입체시보다 같거나 더 좋은 경우가 1명도 없다고 하였다. 이와 달리 본 연구는 단안이 아닌 편광안경(Polarized glasses)을 사용하여 양안분리(binocular disparity)를 통해 일부융합제거를 하여 단안단서를 제외하고 이간계로 동적입체시를 측정하였는데, 결과는 126명 중 4명(3.174%)이 단안단서를 포함한 경우보다 동적입체시가 더 좋게 나타났다.

또한 Kim 등<sup>[7]</sup>은 21~30세의 평균 단안 원거리 정적입체시는 166.67±43.21초라고 하였고, 본 연구에서는 19~31세 전체 대상자의 단안단서를 제외한 원거리 동적입체시

는 평균 142.60±78.08초로 나타났다.

일반적으로 입체시검사들은 Titmus-Fly Test, Randot stereotest, Frisby stereotest와 적록필터를 사용하는 TNO test로 이들은 모두 편광안경으로 양안분리하여 단안단서를 제외한 상태로 입체시표를 이용해 정적입체시를 측정하고,<sup>[11]</sup> FD2검사, Lang test는 단안단서를 제외한 검사이기는 하나 이 또한 정적입체시를 측정하는 방법들이다.<sup>[12]</sup>

저자들의 이전 연구<sup>[13]</sup>에 의하면 Randot 입체검사를 통한 원거리 정적입체시와 삼간계(three-rods test)로 측정된 동적입체시 간에는 통계적으로 유의한 차이는 있으나, 상관성은 비교적 낮아 정적입체시와 동적입체시를 서로 다른 기능으로 구분하여야 한다고 하였다. 또한 일상생활에서 운전, 스포츠 활동 등 많은 동적활동의 범주가 매우 넓어지고 있고, 이에 따라 실제생활과 유사하다는 면에서 시기능(visual function)은 정적입체시보다 동적입체시의 중요성이 커지고 있는데, 실제 일본에서는 Road Traffic Act (도로교통법)상 택시와 트럭운전을 위해서는 삼간계(Three-Rod test)를 통한 심도시각 검사를 통과해야만 운전 면허증 취득이 가능하다.<sup>[8]</sup>

이처럼 지금까지 일반적으로 실행했던 입체시 검사들은 대부분 편광안경 등을 이용하여 양안분리 후 억제를 통해 단안단서를 제외시킨 입체시를 측정하는 방법<sup>[11]</sup>들이 많지만 오히려 일반적인 시각환경은 단안단서를 배제시키지 않은 채 양안시를 통해서 획득하는 입체시가 더 많다. 또한 정적입체시 검사들이 대부분 입체시표를 이용한 검사이기에 Kim 등<sup>[7]</sup>도 FD2검사가 두 눈을 해리시키지 않은 상태에서 도형의 실제 깊이를 측정하므로 실제의 시각환경과 일치하는 장점이 있다고 한 것을 고려한다면 일상생활에서 자연시 상태로 더 유용한 것은 단안단서를 포함한 동적입체시라는 점에서 본 연구는 상당히 의미가 있다고 생각된다.

정상인에서 단안단서가 제외된 동적입체시와 단안단서가 포함된 동적입체시의 평균값의 차이는 114.04±77.67초

로 통계적으로는 유의한 차이를 보여 단안단서의 유무에 따라 상당한 차이가 있는 것으로 확인됐다. 일반적으로 깊이 지각 입체시 검사들이 근거리 편광이나, 원거리 편광으로 실시되고 있는데 본 연구결과처럼 두 입체시의 결과가 같지 않고 통계적으로 유의한 차이가 있다는 것은 단안단서를 포함한 입체시 검사가 반드시 실시되어야 한다는 것을 보여준다.

Holmes 등<sup>[4,15]</sup>도 입체시에서 단안단서의 영향을 알아보기 위한 Frisby Davis Distance(FD2) stereotest에서 양안으로 측정된 입체시가 80초가 넘는 최소시차를 보이는 경우에는 한눈으로도 입체시검사를 시행한다고 하여 단안단서의 영향을 보완하기 위해서는 양안검사와 단안검사를 병행하여 종합적으로 원거리입체시를 판단할 것을 제안하기도 하였다.

또한 Kim 등<sup>[7]</sup>의 연구에서는 4세에서 70대까지를 대상으로 단안단서로 인지할 수 있는 입체시 최소시차가 평균 182.09±58.13초였고, 61세 이상의 경우 241.54±57.42로 나이가 들수록 양안 최소시차와 마찬가지로 단안 최소시차도 감소한다고 하였다. 이는 단안단서를 포함한 입체시 나이에 따라 감소한다고 볼 수 있을 것이다. 따라서 차후 연구에서는 나이에 따라 단안단서 포함, 제외된 동적입체시를 측정하여 비교 평가를 해보는 것도 필요할 것으로 사료된다.

결과적으로 동적입체시는 단안단서의 영향을 받는 것으로 나타나 일반적인 원거리입체시 평가 시에 양안분리도 단안단서를 제외하고 검사하는 방법과 더불어, 나안으로 단안단서가 포함된 채로 입체시를 검사하는 방법을 함께 병행하면 종합적인 동적입체시의 평가가 가능할 것이다.

**2. PD 및 굴절부등(부등시)와 단안단서의 유무에 따른 동적입체시**

Table 2에서는 전체평균 PD는 63.46±3.28 mm, 남자는 64.58±3.17 mm, 여자는 62.05±2.85 mm로 남녀 두 그룹의 평균 PD는 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p=0.00), 굴절부등량은 전체평균 0.41±0.53 D, 남자는 0.35±0.38 D, 여자는 0.49±0.67 D로 남녀 두 그룹의 평균은 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p=0.15). Fig. 1과 Fig. 2에서 PD 및 굴절부등량과 두 동적입체시 상관성은 각각 단안단서를 포함하거나 제외할 때 모두 상관성이 높지 않았으나 굴절부등량의 경우에는 단안단서를 제외한 입체시와 약한 상관성을 나타내었다(r = 0.23).

입체시에 영향을 미칠 수 있는 요소로는 부등상시(aniseikonia), 부등시(anisometropia), 조절(accommodation), 망막조도(retinal illumination), 동공크기(pupil size)나,<sup>[16,17]</sup> 양안 시력차이, 단안, 양안의 시력 정도, 시야의 범위 등이

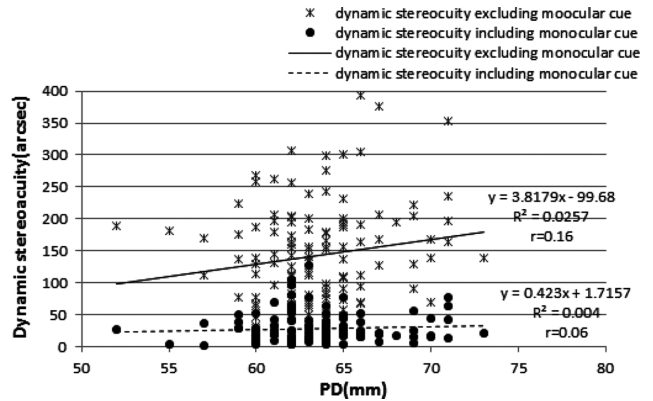


Fig. 1. Correlation between PD and dynamic stereoacuity including monocular cue and dynamic stereoacuity excluding monocular cue.

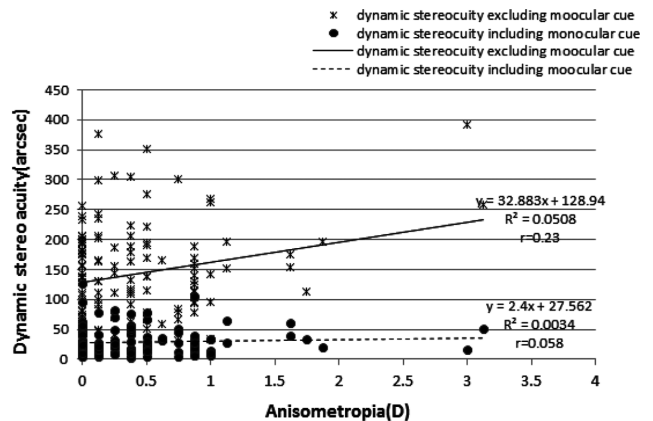


Fig. 2. Correlation between anisometropia and dynamic stereoacuity including monocular cue and dynamic stereoacuity excluding monocular cue.

있으며,<sup>[18,19]</sup> 우세안의 강도가 강할 때 일반적으로 동적입체시가 높아졌다는 저자들의 보고<sup>[20]</sup>도 있다. 또한 Kham 등<sup>[21]</sup>의 연구에 따르면 PD의 경우 PD가 긴 사람은 PD가 짧은 사람에 비해 시차로부터 지각되는 깊이가 상대적으로 감소한다고 하였으나, Shim 등<sup>[9]</sup>은 PD가 이간계와 삼간계로 측정된 동적입체시와 낮은 상관성을 보여 입체시에 큰 영향을 주는 것을 확인하지 못했다고 보고하였다.

본 실험의 대상자들 대부분의 양안 굴절부등이 대개 2 D 미만이어서 일반적으로 임상적 굴절 부등시는 양안의 굴절력이 2 D이상의 차이가 날 때를 말하지만 그 이하의 차이에서도 임상적으로 의미 있는 경우가 있다<sup>[22]</sup>는 것을 참고하여 굴절부등의 양을 1 D미만과 1 D이상 두 그룹으로 구분하여 단안단서를 제외, 포함한 동적입체시를 각각 비교해 보았다. 그 결과 Table 4에서와 같이 단안단서를 제외, 포함한 동적입체시의 평균은 굴절부등량을 기준으로 비교한 각각의 두 그룹이 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.00).

굴절부등과 입체시는 Tomac 등,<sup>[23]</sup> Lee 등<sup>[24]</sup>은 유의한 상

Table 4. Comparison of dynamic stereoacuity including monocular cue and dynamic stereoacuity excluding monocular cue according to the anisometropia

	Anisometropia range		*P-value
	0.00D to 0.99D (Mean±S.D)	Over 1.00D (Mean±S.D)	
Number of subjects	113	13	
Dynamic stereoacuity including monocular cue (arcsec)	28.20±22.44	31.68±18.74	0.00
Dynamic stereoacuity excluding monocular cue (arcsec)	137.43±75.07	187.57±92.00	0.00

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

관성이 없다고 하였고, Weakley<sup>[25]</sup>와 Park 등,<sup>[26]</sup> Heo 등<sup>[27]</sup>은 굴절부등량이 커질수록 입체시력의 저하가 통계적으로 유의하게 상관성이 있다고 보고하였는데 이들은 모두 정적 입체시에 의한 결과였다.

저자들의 이전 연구보고<sup>[28]</sup>에서는 굴절부등량을 1 D를 기준으로 두 그룹으로 나눠 단안단서가 포함된 동적입체시를 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이가 없었지만 (p = 0.09) 이번 결과는 단안단서가 제외되거나 포함된 두 동적입체시에서 모두 유의한 차이를 보여 다소 다른 결과를 나타내었기에 굴절부등과 입체시의 관계는 추후 더 많은 연구가 필요하다. 반면 굴절부등과의 동적입체시의 상관성은 단안단서가 포함될 때 (r = 0.058)보다 제외될 때 (r = 0.23)에 조금 더 높았으나 이전 연구결과<sup>[28]</sup>(r = 0.17)와 비슷하게 상관성은 크지 않았다.

**결 론**

단안단서를 제외, 포함된 상태로 다르게 측정된 동적입체시는 전체적으로 두 입체시 값의 차이가 일정하지 않고 편차가 커서 서로 상당한 차이를 보였다. 따라서 단안단서가 포함되거나 제외된 입체시검사법 두 가지 중 하나의 방법만으로 입체시를 보다 정확하게 평가하기 어려우므로 편광 등을 사용하여 일부융합을 제거한 단안단서를 제외한 검사와 나안으로 단안단서가 제거되지 않은 검사를 병행하여 실시할 필요가 있다. 또한 일상 자연시 상태에서 적용되는 양안시 기능은 단안단서가 포함된 채로 적용되므로 더 중요한 입체시 검사는 단안단서가 포함된 경우이다.

**감사의 글**

이 논문은 2016년도 광주보건대학교 교내연구비의 지원

을 받아 수행된 연구임(No.3016026).

**REFERENCES**

[1] Von Noorden GK. Binocular vision and ocular motility, 5th Ed. St. Louis: C.V. Mosby, 1996;24-28.  
 [2] Tychsen L. Adler's physiology of the eye, 9th Ed. St. Louis: C.V. Mosby, 1990; 773-810.  
 [3] Tyler CW. A stereoscopic view of visual processing streams. Vision Res. 1990;30(11):1877-1895.  
 [4] Korean Association of Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Current concepts in strabismus, 2nd Ed. Seoul: Naewae Haksool, 2008;108.  
 [5] Wong BP, Woods RL, Peli E. Stereoacuity at distance and near. Optom Vis Sci. 2002;79(12):771-778.  
 [6] Westheimer G. Clinical evaluation of stereopsis. Vision Res. 2013;90:38-42.  
 [7] Kim SJ, Kim SY. Normal distance stereoacuity by age assessed by the frisby davis distance stereotest. J Korean Ophthalmol Soc. 2008;49(1):158-163.  
 [8] Matsuo T, Negayama R, Sakata H, Hasebe K. Correlation between depth perception by three-rods test and stereoacuity by distance randot stereotest. Strabismus. 2014; 22(3):133-137.  
 [9] Shim HS, Kim SM, Kim SH, Kim YC. The comparison of the dynamic stereoacuity with two-rods test and three-rods test. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2015;20(3):377-384.  
 [10] Han KD, Lee MJ, Kim SY, Moon BY, Yu DS, Cho HG. Changes of dynamic stereoacuity depending on distance between rods and rod thickness in three rods test. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2016;21(3):253-257.  
 [11] Lee BH, Kim MM. Comparisons of the Lang, Randot, TNO and New stereo tests in screening and office use in children. J Korean Ophthalmol Soc. 1990;31(5):651-660.  
 [12] 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.  
 [13] Kim YC, Kim SH, Shim HS. Comparison and correlation between distance static stereoacuity and dynamic stereoacuity. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2015;20(3):385-390.  
 [14] Holmes JM, Fawcett SL. Testing distance stereoacuity with the Frisby-Davis 2 (FD2) test. Am J Ophthalmol. 2005;139(1):193-195.  
 [15] Holmes JM, Birch EE, Leske DA, Fu VL, Mohny BG. New tests of distance stereoacuity and their role in evaluating intermittent exotropia. Ophthalmology. 2007;114(6): 1215-1220.  
 [16] 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.  
 [17] Lovasik JV, Szymkiw M. Effects of aniseikonia, anisometro-

- pia, accommodation, retinal illuminance, and pupil size on stereopsis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1985;26(5):741-750.
- [18] Min BM, Park WC. The relationship between visual acuity and titmus stereoacuity. J Korean Ophthalmol Soc. 1987;28(6):1339-1342.
- [19] Larson WL, Lachance A. Stereoscopic acuity with induced refractive errors. Am J Optom Physiol Opt. 1983;60(6):509-513.
- [20] Shim MS, Shim HS, Kim YC. Comparison of dynamic stereoacuity according to dominant eye and degree of dominant eye. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2016;21(3):227-233.
- [21] Kham K, Lee JH. The effect of inter-pupillary distance on stereopsis. Korean J Cognitive Sci. 2003;14(3):37-49.
- [22] Sung PJ. Optometry, 7th Ed. Seoul; Daihakseolim, 2011;258-267.
- [23] Tomac S, Birdal E. Effects of anisometropia on binocularity. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2001;38(1):27-33.
- [24] Lee JY, Seo JY, Baek SU. The effects of glasses for anisometropia on stereopsis. Am J Ophthalmol. 2013;156(6):1261-1266.
- [25] Weakley DR. The association between anisometropia, amblyopia, and binocularity in the absence of strabismus. Trans Am Ophthalmol Soc. 1999;97:987-1021.
- [26] Park MG, Jin YH. Effect of induced anisometropia on stereoacuity by far and near distance random dot stereo test. J Korean Ophthalmol Soc. 1996;37(5):862-870.
- [27] Heo JW, Yoo KW. Effect of experimentally induced anisometropia on binocular vision. J Korean Ophthalmol Soc. 1999;40(12):3468-3473.
- [28] Kim YC, Shim HS, Kim SH. The comparative assessment of the KVA and dynamic stereoacuity. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2014;19(4):519-525.

## 단안단서에 따른 동적입체시의 비교

심현석, 김상현, 김영청\*

광주보건대학교 안경광학과, 광주 506-701

투고일(2017년 2월 13일), 수정일(2017년 3월 11일), 게재확정일(2017년 4월 23일)

**목적:** 본 연구는 이간계(two-rods test)를 이용하여 단안단서(monocular cue)가 포함되거나 제외된 동적입체시를 비교해 보고, PD 및 굴절부등과 동적입체시의 상관성에 대해 알아보려고 하였다. **방법:** 성인 126명(남자 70, 여자 56, 평균연령 21.11±2.22세)을 대상으로 연구하였고, 나안으로 단안단서를 포함한 경우와 편광안경으로 양안분리하여 단안단서를 제외한 경우의 동적입체시를 측정하였다. 검사는 2.5 m에서 각각 3회 측정하였다. **결과:** 단안단서가 포함된 동적입체시는 전체평균 28.55±22.04초, 남자 27.74±20.51초, 여자 29.58±23.97초, 단안단서가 제외된 동적입체시는 전체평균 145.02±8057초, 남자 140.02±76.52초, 여자 142.60±78.08초였다. 단안단서가 포함, 제외된 두 동적입체시의 평균 차이는 114.04±77.67초였고, 두 입체시는 통계적으로 유의한 차이는 있었으나( $p < 0.05$ ) 상관성은 유의하지 않았다. 또한 상대적으로 단안단서를 제외한 동적입체시는 PD에 비해 굴절부등과 상관성이 조금 더 높았다( $r = 0.23$ ). 굴절부등 1 D를 기준으로 두 그룹으로 구분하여 비교하였을 때 단안단서를 제외, 포함한 동적입체시 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). **결론:** 단안단서의 존재 유무에 따라서 동적입체시는 상당한 차이를 보였고, 전체적으로 두 입체시 값의 차이가 일정하지 않고 편차가 커서 편광안경으로 일부융합을 제거하여 단안단서를 제외한 검사와 나안으로 단안단서가 포함된 검사가 모두 필요하며, 더 중요한 입체시검사는 단안단서가 포함된 경우이다.

**주제어:** 이간계, 단안단서, 동적입체시, 굴절부등, PD