ISSN(print) 1226-5012
J Korean Ophthalmic Opt Soc. 20(3):385-390, September 2015 http://dx.doi.org/10.14479/jkoos.2015.20.3.385

원거리 정적 입체시와 동적 입체시의 평가 및 상관관계

김영청*, 김상현, 심현석
광주보건대학교 안경광학과, 광주 62287
투고일(2015년 8월 12일), 수정일(2015년 9월 2일), 게재확정일(2015년 9월 9일)

목적: 본 연구는 원거리 Randot 입체검사(Distance Randot Stereotest, STEREO OPTICAL. Co., Inc. USA)를 이용한 정적 입체시(static stereoacuity)와 삼간계(three-rods test, iNT, Korea)를 이용한 동적 입체시(dynamic stereoacuity)를 평가해보고, 두 입체시의 기준과 상관관계, 두 검사법의 유용성에 대하여 알아보았다. **방법:** 평균연령 20.88세(19~32세)인 정상 성인 109명(남자 61명, 여자 48명)을 대상으로 원거리 Randot 입체검사는 검사거리 3 m에서 정적 입체시를, 삼간계는 2.5 m에서 동적 입체시를 측정하였다. **결과:** 원거리 정적 입체시는 평균 155.77±133.11초, 동적 입체시는 평균 오차거리 11.13±9.69 mm, 등가 환산 입체시 23.44±20.96초로 두 입체시는 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p=0.00), 상관성은 비교적 낮았다(ρ=0.226). 동적 입체시의 경우 오차거리 20 mm를 기준으로 정상범위로 구분하였을 때, 97명(89%)에서 20 mm 이하의 오차거리가 나타났고 이들의 평균 오차거리는 8.43±5.10 mm, 환산 평균 동적 입체시는 17.68±10.67초였다. 오차거리 20 mm는 등가 환산 동적 입체시 40.99초(PD 62 mm 기준)이다. **결론:** 정적 입체시와 동적 입체시의 상관성은 매우 적어 서로 다른 기능으로 구분하여 검사법을 적용하여야 한다. 원거리 Randot 입체검사는 단안단서가 배제된 정적 입체시를, 삼간계는 단안단서가 존재하는 일상생활의 자연시 상태에서 눈과 손의 협응반응이 포함된 동적 입체시를 측정할 수 있어 두 입체시의 기준을 마련하는데 적절하며, 두 검사법을 병행 사용함이 유용하다고 사료된다. 삼간계 동적 입체시는 성인의 정상범위를 오차거리 20 mm를 기준으로 구분하는 것이 통계적인 관점에서 적합하다고 사료된다.

주제어: 원거리 입체시, 원거리 정적 입체시, 원거리 동적 입체시, 원거리 Randot 입체검사, 삼간계, 단안단서

서 론

양안시(binocular vision)의 최고 단계인 입체시(stereoacuity)는 양안에 맺혀지는 비슷한 상의 망막시차(retinal disparity)를 이용하여 느낄 수 있는 거리감각을 말하는데,[1] 양안시 상태에서만 사물의 원근감, 방향감, 입체감, 속도감을 정확히 얻을 수 있기 때문에 일상생활을 영위하는 데 있어 중요한 시기능이다.[2] 양안시를 통해 입체시를 할 때 어떤 대상들 사이에서 선형적 원근감, 그림자, 움직임, 질감 등에서 의해서 깊이 단안단서(monocular cue)가 제공될 수 있다.[3] 비록 입체시가 깊이 지각에 필수적인 것은 아니지만 입체시 검사는 임상적으로 사시, 약시, 부동시 등을 조기에 발견하는데 중요한 양안시기능을 측정하는 검사 방법의 하나로써, 복합적인 시각 작업과 손과 눈의 협응(hand-eye coordination)을 포함하는 작업에 있어서 매우 중요하다.[3]

입체시가 정상이라면 전반적인 눈의 기능도 정상 혹은 정상에 가깝다고 평가할 수 있기 때문에 입체시 검사는 눈의 이상을 발견하는 선별검사 및 진단검진 방법으로 주목받기도 한다.[4] 따라서 입체시는 인간이 가진 최고의 시각상태로 여러 시감각적 요소가 반영되어 있으므로 입체시에 대한 검사를 통해 눈의 전반적인 기능에 대한 종합적인 평가와 양안시기능 이상의 유무를 판별하는 기준이 되고 있다.[4,5]

입체시는 현재 임상에서 대부분 근거리 입체시 검사법이 다양하게 사용되고 있는데 반해 원거리입체시는 Zanoni 등[6]이 Mentor BVAT(Mentor Binocular Visual Acuity Tester System)를 처음 시작한 이후 Fu 등[7]이 vectographic randomdot target을 이용한 새로운 원거리 Randot 입체검사법에 대한 실험을 하였는데 국내에서는 아직 원거리 Randot 입체검사법에 대한 연구 보고가 없다.

본 연구에서 처음으로 원거리 Randot 입체검사법을 실험해 보고, 삼간계(three-rods test) 동적 입체시는 본 저자들의 이전 연구[8]에서 부족했던 동적 입체시의 정상범위

*Corresponding author: Young Cheong Kim, TEL: +82-62-232-6520, E-mail: apple9597@hanmail.net
본 논문의 요지는 2015년 한국안광학회 하계학술대회에서 포스터로 발표되었음

기준을 실험하여 정적 입체시와 동적 입체시의 상관성 분석과 단안단서의 존재 유무로 인한 두 입체시 검사법의 차이점과 그 유용성을 비교 및 평가해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 실험 당시 전신질환이나 안질환, 사시가 없는 평균연령 전체 20.88±2.23세, 남자 21.40±2.47세, 여자 20.22±1.67세인 성인 109명(남자 61명, 여자 48명)을 대상으로 검사를 실시하였다.

2. 연구방법

모든 대상자는 자각굴절검사를 실시한 후 굴절이상자는 완전교정(full correction)을 하고 측정을 실시하였다. 정적 입체시는 원거리 Randot 입체검사(Distance Randot Stereotest, STEREO OPTICAL. Co., Inc. USA)(Fig. 1)를 이용하여 검사거리 3 m에서, 동적 입체시는 삼간계(three-rods test, iNT, Korea)를 이용하여 검사거리 2.5 m에서 각각 3회씩 측정하고, 최대값과 최소값을 제외하고 평균과 표준편차를 계산하였다. 검사실의 조도는 500 Lux였으며 두 검사 모두 동일한 조도에서 실시하였다.

1) 원거리 Randot 입체검사를 이용한 정적 입체시(static stereoacuity) 측정

원거리 Randot 입체검사는 60, 100, 200, 400초 4개의 시차가 있는 윤곽 형태의 입체시표로 구성되어져 있고, 검사거리 3 m에서 대상자들이 편광안경을 착용하여 양안분리를 한 상태에서 시표를 바라보며 정적 입체시를 측정하였다. 검사 순서는 입체시차가 큰 400초부터 시작하여 어떤 도형 형태가 입체적으로 떠올라 보이는지를 구분하는지를 확인하고, 구별하면 그 다음 시차 시표인 200, 100, 60초 순서로 차례대로 구별할 수 있는지를 측정하였다. 만약 400초를 확인하지 못하는 경우에는 실험 대상자에서 제외하였다.

Fig. 1. Distance Randot Stereotest (STEREO OPTICAL. Co., Inc. USA).

2) 삼간계를 이용한 동적 입체시(dynamic stereoacuity) 측정

실험 대상자들이 삼간계가 정면으로 보이는 2.5 m의 거리에 놓인 의자에 앉아서 기기 전면에 있는 사각형의 창으로 보이는 세 개의 막대 중 양쪽 가장자리 고정된 막대 가운데 위치한 중앙 막대에 연결된 줄을 앞, 뒤로 움직여 양쪽 고정된 두 개의 막대와 일직선상에 정렬되어 보일 때를 선택하도록 하라고 설명하였다. 세 개의 막대가 나란하게 정렬되어 보일 때를 선택하면 이때의 수직시차(vertical disparity)에 해당하는 오차거리를 각각 기록하였다. 이 때 오차거리의 측정방법은 두 기기에 고정된 기준 막대 위치를 '0'으로 놓고, 나머지 움직이는 한 개의 막대가 앞쪽에 놓이면 '+', 뒤쪽으로 놓이면 '–'로 구분하여, 고정된 막대와 대상자가 움직여 놓은 막대 사이의 떨어진 간격만큼의 눈금 수치를 부호와 함께 표시하도록 하였다. 검사는 두 검사 모두 총 3회 실시하여 결과를 기록하였다. 삼간계 검사에서 측정된 오차거리 값은 대상자의 원근감에 의한 수직시차를 측정한 것이므로 '+', '–' 부호가 있는 결과값을 절대값으로 변환하였고, 동적 입체시(단위:초)로는 등가 환산하여 평균 등의 통계처리에 사용하였다.

3) 통계

통계처리는 Excel과 SPSS(IBM SPSS Statistic 21)를 이용하여 원거리 Randot 입체검사와 삼간계와의 기술적 통계에 대한 유의성은 Student t-test를, 두 검사법간의 상관성은 스피어만 순위상관분석(Spearman's rank correlation coefficient)[9]을 사용하여 비모수적 통계분석방법으로 처리하였다.

결과 및 고찰

1. 원거리 Randot 입체검사와 정적 입체시

원거리 Randot 입체검사로 측정한 정적 입체시는 전체 평균 155.77±133.11초였고 남자는 144.26±125.59초, 여자는 170.41±142.08초로 나타났으며 남녀 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

정적 입체시 경우 실제 임상에서는 대부분 근거리 입체시 검사만을 시행하고 있으며 원거리 입체시를 측정하는 검사 기구는 그리 많지 않은 것이 사실이다. 지금까지 원거리 입체검사법에 대한 많은 발전과 시도가 지속되었는데, 1991년 Zanoni 등[6]은 처음으로 Mentor BVAT를 이용한 원거리 Randot test로 실험하여 6.5~55세 정상인의 원거리 입체시 결과를 139초로 제시하였다. 이 후 Fu 등[7]이 800, 200 또는 60초 시차로 구성된 vectographic randomdot target을 편광안경을 착용하고 정상인에서의 원거리 입체

Table 1. Clinical characteristics of in each gender group

	Total	Male	Female	p-value*
Age (years)	20.88±2.23	21.40±2.47	20.22±1.67	
PD (mm)	63.43±3.33	64.63±3.35	61.87±2.65	0.00
Distance randot stereotest (sec of arc)	155.77±133.11	144.26±125.59	170.41±142.08	0.31
Three-rods test (mm)	11.13±9.69	11.24±11.32	10.98±7.21	0.89
Three-rods test (sec of arc)	23.44±20.96	24.21±24.91	22.46±14.68	0.64

*t-test, statistically significant if p<0.05
sec of arc: seconds of arc, n: number of subjects, %: number of total/number of subjects, SD: standard deviation, PD: pupillary distance

시를 측정하는 것을 제안하였고, Holmes 등[10]도 원거리 Randot 입체검사에 대한 실험을 보고하기도 하였다. 국내에서 최근 Kim 등[11]의 보고와 같이 현재까지 사용된 BVAT의 경우 가격이 매우 비싸며, 이미 제작이 중단된 상태로 더 이상 사용이 힘들어 최근에는 Frisby Davis Distance(FD2) Stereotest가 소개되어 원거리 입체시의 측정에 사용되고 있다. 본 실험은 국내에서 처음으로 편광안경을 착용하고 양안분리시 상태에서 60, 100, 200, 400초의 시차를 가진 원거리 Randot 입체검사로 정상인의 원거리 입체시를 측정해 본 것에 의의가 있으며, 실험 결과 정상 성인에서 원거리 정적 입체시는 155.77±133.11초를 나타냈다. 이는 Fu 등[7]과 Holmes 등[10]의 실험이 같은 검사법을 사용하였어도 입체시 결과가 제시되지 않아 결과값의 비교를 할 수 없지만 Zanoni 등[6]이 보고한 139초와는 비슷한 결과를 나타내었다.

원거리 Randot 입체검사로 정적 입체시는 전체 대상자 109명 모두 실패 없이 측정에 성공하였고 최소 시차인 60초에서 58명(53%)의 대상자가 인식할 수 있었는데(Table 2), 원거리 Randot 입체검사는 시표마다 시차가 일정하게 정해져 있는 관계로 일정 검사거리에서 정상인의 원거리 정적 입체시 검사로 사용할 경우 선별검사(screening test)로는 적합할 수 있으나 60초보다 더 좋은 입체시를 가진 사람의 경우 최소 역치값을 측정하는 것에서는 한계성이 있었다. 대신 Fu 등[7]의 주장처럼 원거리 Randot 입체검사는 원거리 입체시의 이상을 감지할 수 있고 이와 함께 사시가 없는 환자에서 원거리 입체시를 측정하는 유용한 도구를 제공할 수 있다고 한 것과 같은 의미를 가질 수 있어 양안시기능 이상을 예측할 수 있는 유용한 검사방법 중 하나라고 사료된다.

Table 2. Comparing dynamic stereoacuity according to the static stereoacuity

Static stereoacuity by distance randot stereotest (sec of arc)	n	% (accumulate)	Three-rods test (Mean±SD) (sec of arc)	p-value*
60	58	53(53%)	19.69±17.61	0.08
100	11	10(63%)	17.33±10.96	
200	18	17(80%)	32.12±30.64	
400	22	20(100%)	29.27±21.02	

*One-way ANOVA, statistically significant if p<0.05
n: number of sbjects

2. 삼간계(three-rods test)와 동적 입체시

삼간계로 측정한 동적 입체시 경우 오차거리는 전체 평균 11.13±9.69 mm, 남자는 11.24±11.32 mm 여자는 10.98±7.21 mm로 나타났고, 오차거리를 정적 입체시와의 비교를 위해 '초'(seconds of arc) 단위로 등가 환산해 보면 전체 평균 23.44±20.96초, 남자는 24.21±24.91초, 여자는 22.46±14.68초였으며 동적 입체시도 남녀 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1).

동적 입체시의 경우 삼간계 검사에서의 정상범위의 기준이 지금까지 정확하게 보고된 것이 없는 실정인데, 현재 일본에서는 Road Traffic Act(도로교통법)상 시행규칙에서 영업용, 대형 운전면허 취득 시 삼간계로 심도지각검사를 하여 동적 입체시 측정을 실시하고 평균 오차거리 20 mm(2 cm) 이하이거나 더 작아야 삼간계 검사를 통과할 수 있다.[12]

본 실험에서도 이와 같은 기준으로 2.5 m 검사거리에서 오차거리 20 mm를 정상으로 하여 구분하였을 때, 전체 대상자 109명 중 97명(89%)이 정상범위에 해당하는 결과를 보였고, 오차거리 20 mm는 등가 환산 동적 입체시 40.99초(PD 62 mm 기준)이고, 정상범위의 결과를 나타낸 97명의 평균 오차거리는 8.43±5.10 mm, 등가 환산 평균 동적 입체시는 17.68±10.67초였다(Table 3). Matsuo 등[12]의 보고를 보면 문헌에서 검색한 지금까지 삼간계 검사에서 정상 범위를 지원하는 어떠한 과학적 증거를 찾을 수 없었고, 실험에서 정상인의 약 4분의 3이 20 mm 이하의 오차거리 범위를 모두 나타내었기에 삼간계 검사를 통과

Table 3. Results of static stereoacuity and dynamic stereoacuity according to the erred distance of three-rods test

Range of the erred distance	n	Three-rods test		Distance randot stereotest
		The Erred distance Mean±SD(mm)	Mean±SD (sec of arc)	Mean±SD (sec of arc)
0~20 mm	97	8.43±5.10	17.68±10.67	145.77±127.6
>20 mm	12	32.79±10.93	70.03±25.72	236.66±154.4
Total	109	11.13±9.69	23.44±20.96	155.77±133.11

시키기 위한 오차거리 20 mm 역치가 통계적 관점에서 적당하다는 것을 뒷받침한다고 하였다. 따라서 본 연구에서 약 89%의 대상자가 정상 범위에 해당하였고, 저자들의 이전 연구[8]에서도 전체 평균 28.44±25.03초, 0~40초 범위에서는 대상자 중 79.37%가 해당하여 Matsuo 등[12]의 주장과 동일하게 삼간계 동적 입체시의 정상 범위를 오차거리 20 mm(환산 동적 입체시 40.99초)이하로 기준 설정하는 것이 통계적 관점에서 볼 때 적합하다고 사료된다.

3. 원거리 정적 입체시와 동적 입체시의 관계

원거리 정적 입체시 시차를 기준으로 대상자들의 원거리 동적 입체시 평균과 표준편차를 구해보면 각각 60초에서 19.69±17.61초, 100초에서 17.33±10.96초, 200초에서 32.12±30.64초, 400초에서 29.27±21.02초로 나타났으며 그룹간의 평균은 통계적으로 유의한 차이가 없었고(p=0.08)(Table 2), 정적 입체시와 동적 입체시의 전체 평균은 각각 155.77±133.11초, 23.44±20.96초로 이 두 입체시의 전체평균은 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p=0.00), 스피어만 서열상관분석을 이용한 두 입체시의 상관계수 ρ=0.226(Table 4, Fig. 2)으로 Rovai 등[13]의 정의에 의하면 정적 입체시와 동적 입체시는 상관관계가 거의 없다고 볼 수 있었다.

Pettigrew,[13] Tyler,[14] Tychsen[15] 등이 보고한 것처럼 정적 입체시와 동적 입체시는 시차처리경로가 두 개의 카테고리로 나뉠 수 있고, 시차처리 과정이 서로 다른 경로를 밟는 서로 다른 기능이라고 알려져 있는데, 본 실험에서

Table 4. Correlation and statistical comparison of static stereoacuity and dynamic stereoacuity

Distance stereotest methods	Mean±SD	p-value*	ρ**
Distance randot stereotest (sec of arc)	155.77±133.11	0.00	0.226
Three-rods test (sec of arc)	23.44±20.96		

*t-test, statistically significant if p<0.05, **: Spearman's rank correlation coefficient

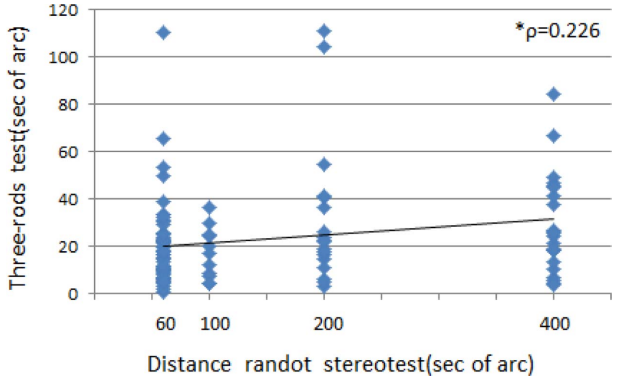

Fig. 2. Spearman's rank correlation coefficient and distribution of static stereoacuity and dynamic stereoacuity.

정적 입체시 60초에서 400초까지 단계별 동적 입체시의 평균이 서로 통계적으로 유의한 차이가 없다는 점은 정적 입체시가 우수하더라도 동적 입체시가 꼭 우수한 것은 아니라는 것을 보여주는 것으로써 Lim 등[16]이 두 개의 입체시 기능은 서로 다른 기능이므로 한 가지 기능이 뛰어나다고 해서 다른 하나도 반드시 뛰어나다고 할 수는 없다고 한 것과 일치하는 결론이며, 정적 입체시와 동적 입체시가 일치하지 않는 서로 다른 기능이라는 것을 다시 한 번 입증하는 결과이며 두 입체시의 측정방법은 서로 달라야 함을 강조한다.

Randot 입체검사가 편광안경을 착용하고 양안분리시 상태에서 시표의 시차를 두 눈을 통해서만 구별하는 순수한 입체시 검사법인 것에 비해 삼간계는 편광안경 착용 없이 자연시 상태에서 눈과 손의 협응반응이 함께 반응하는 심도지각(depth perception)검사방법으로 움직이는 시표의 시차를 대상자가 조절하여 측정 가능한 것이 차이점이다.

입체시 검사의 중요한 요소의 하나로 단안단서를 최대한 줄여야 하는데. Holmes 등[10]은 Frisby Davis Distance(FD2) Stereotest의 문제점이 단안단서 때문이며 문제점 보완을 위해 두눈검사와 한눈검사를 함께 시행하여 종합적으로 원거리 입체시를 판단할 것을 권하였다.

근거리 입체시검사의 대표적인 Titmus-fly test의 경우 일부 고리시표에서 단안단서가 존재하는 것과 달리 난점

(randomdot)을 이용하여 만든 원거리 Randot test는 한눈으로 보아 알 수 있는 단안단서의 기회를 없앰으로써 보다 정확한 검사를 하게 하는[17,18] 반면에, 삼간계는 여러 가지 단안단서가 존재한다는 차이점이 있어 양안시로 입체시를 측정하는 것에서 정확성이 문제될 수도 있다. 그러나 보통 자동차 운전, 스포츠 활동 등을 포함한 우리의 일상생활 대부분이 편광안경에 의한 양안분리시가 아닌 자연시 상태로 여러 단안단서들이 존재하는 상황에서 시각활동이 이루어진다는 점에서 보면 오히려 정적 입체시에 비해 동적 입체시가 일상생활에서 필요한 양안시기능의 척도로써의 중요성이 더 크다고도 볼 수 있어 원거리 입체시 검사는 원거리 Randot 입체검사와 더불어 삼간계를 병행하여 함께 실시하는 것이 유용할 것으로 사료된다.

정적 입체시가 사시, 약시 등의 양안시기능 이상의 평가와 발견을 할 수 있음과 더불어 동적 입체시는 일본[12]과는 달리 우리나라에서 운전면허 취득 시에 직접 사용되고 있지는 않으나 현대사회에서 자가운전의 비율이 증가하고 노령화가 지속되고 있는 상황에서 날로 증가하는 교통안전사고의 예방 및 감소를 위한 방안으로 동적 입체시의 검사를 통해 운전 시 사고예방을 예측해 볼 수 있고, 역시 스포츠 비젼 등에서의 다양한 활용으로 양안시기능 평가로써 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

차후 원거리 Randot 입체검사로 최소 입체시차 60초보다 더 작은 역치값을 측정하기 위해서 거리조정을 추가해서 검사해보는 것이 필요하고, 삼간계의 경우 편광안경을 착용하여 양안분리시 상태에서 동적 입체시를 측정하여 자연시 상태에서의 동적 입체시와의 차이점을 실험 해보는 것도 필요할 것 같다. 그리고 운전 시 선글라스 착용으로 대비감도 감소가 발생할 때의 동적 입체시 변화를 측정해 선글라스의 착용이 운전에 미치는 영향을 비교 평가해보는 것도 필요할 것으로 사료된다.

결 론

원거리 Randot 입체검사로 정적 입체시, 삼간계로 동적 입체시를 측정하였을 때 두 입체시의 평균은 유의한 차이가 있지만 그 상관성도 비교적 낮아 정적 입체시와 동적 입체시는 서로 다른 입체시 기능으로 구분하여 검사법을 적용해야 한다. 원거리 Randot 입체검사는 단안단서가 배제된 정적 입체시를, 삼간계는 단안단서가 존재하는 일상생활의 자연시 상태에서 눈과 손의 협응반응이 포함된 동적 입체시를 함께 측정할 수 있어 두 입체시의 기준을 마련하는데 적절하며, 두 검사법을 병행하여 사용하는 것이 유용하다고 사료된다. 삼간계 동적 입체시는 오차거리 20 mm(등가 동적 입체시 40.99초; PD 62 mm 기준)이하를 성인의 동적 입체시 정상 범위로 구분하는 것이 통계적으로 적합하다고 사료된다.

REFERENCES

[1] Von Noorden GK. Binocular vision and ocular motility, 5th Ed. St. Louis: Mosby, 1996;8-40.

[2] Kim TN. Binocular vision, 1st Ed. Seoul: Shinkwang Pub, 2010;15-28.

[3] Wong BP, Woods RL, Peli E. Stereoacuity at distance and near. Optom Vis Sci. 2002;79(12):771-778.

[4] Marsh WR, Rawlings SC, Mumma JV. Evaluation of clinical stereoacuity test. Ophthalmology. 1980;87(12):1265-1272.

[5] Min BM, Park WC. The relationship between visual acuity and titmus stereoacuity. J Korean Ophthalmol Soc. 1987;28(6):1339-1342.

[6] Zanoni D, Rosenbaum AL. A new method for evaluating distance stereo acuity. J Pediatric Ophthalmol Strabismus. 1991;28(5):255-260.

[7] Fu VL, Birch EE, Holmes JM. Assessment of a new distance randot stereoacuity test. J AAPOS. 2006;10(5):419-423.

[8] Shim HS, Choi SM, Kim YC. Assessment of dynamic stereoacuity of adults in their 20s' with Howard-Dolman test. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2015;20(1):61-66.

[9] Rovai, AP, Jason DB, Michael KP. Social science research design and statistics: A practitioner's guide to research methods and IBM SPSS, 2nd Ed. Watertree Press LLC, 2013;375.

[10] Holmes JM, Fawcett SL. Testing distance stereoacuity with the Frisby-Davis(FD2) test. Am J Ophthalmol. 2005; 139(1):193-195.

[11] 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.

[12] 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.

[13] Pettigrew JD. Binocular neurons which signal change of disparity in area 18 of cat visual cortex. Nat New Biol. 1973;241(108):123-124.

[14] Tyler CW. A stereoscopic view of visual processing streams. Vision Res. 1990;30(11):1877-1895.

[15] Hart WM. Adler's physiology of the eye, 9th Ed. St. Louis: Mosby, 1992;773-810.

[16] Lim KH, Hong HJ. Dynamic stereoacuity in normal individuals. J Korean Ophthalmol Soc. 2000;41(11):2408-2414.

[17] Frisby JP, Mein J, Saye A, Stanworth A. Use of randomdot sterograms in the clinical assessment of strabismic

patients. Br J Ophthalmol. 1975;59(10):545-552.
[18] 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.

Comparison and Correlation between Distance Static Stereoacuity and Dynamic Stereoacuity

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

Dept. of Ophthalmic Optics, Gwangju Health University, Gwangju 62287, Korea
(Received August 12, 2015: Revised September 2, 2015: Accepted September 9, 2015)

Purpose: This study evaluated the static stereoacuity by Distance Randot Stereotest (STEREO OPTICAL. Co., Inc. USA) and the dynamic stereoacuity by three-rods test (iNT, Korea). Criterion and correlation of stereoacuity between both tests and usefulness of two stereotest methods were also evaluated. **Methods:** For normal adults of 109 (male 61, female 48), mean age of 20.88 (19-32 years) years old, static stereoacuity by using Distance Randot Stereotest at 3 m distance, dynamic stereoacuity by using three-rods test at 2.5 m distance were measured. **Results:** The mean of distance static stereoacuity was 155.77±133.11 sec of arc and the mean of error distance dynamic stereoacuity 11.13±9.69 mm. With equivalent-conversion stereoacuity of 23.44±20.96 sec of arc, there was statistically significant differences (p=0.00) between two dynamic stereoacuity, but correlation was relatively low (ρ=0.226). In the case of dynamic stereoacuity, separated to normal range by criterion of the error distance 20 mm, it showed the error distance of less than 20 mm in 97 subjects(89%) whose average of error distance and conversion mean dynamic stereoacuity were 8.43±5.10 mm and 17.68±10.67 sec of arc. repectively. The error distance of was equivalent-conversion dynamic stereoacuity 40.99 sec of arc (PD 62 mm basis) was 20 mm. **Conclusions:** The results of lower correlation between static and dynamic stereoacuity suggest that seterotest should be applied separately to different functions. The results of this study also suggest that Distance Randot Stereotest can be applied to static stereoacuity excluding monocular cues. Three-rods test can be applied to dynamic stereoacuity containing the response of the eye-hand coordination in the daily life of natural vision condition, including the monocular cues. These different approaches canprovide a criterion of the two stereoacuity and parallel use of the two tests would be useful. For dynamic stereoacuity by three-rods test, error distance 20 mm in a normal range of adults can be used as a criteria to get statistical meaning of the results.

Key words: Distance stereoacuity, Distance static stereoacuity, Distance dynamic stereoacuity, Distance randot stereotest, Three-rods test, Monocular cue