

학동전 소아에서 Frisby검사와 랑Ⅱ검사를 이용한 입체시 평가

이 세업 · 박 원태

= 요약 =

입체시 검사는 양안시기능을 비교적 정확하게 평가를 할 수 있으나 학동전 소아에서는 시행하는데 어려운 점들이 많고 검사의 성공률도 낮다. 이에 저자들은 2세부터 6세까지 학동전 소아 87명을 대상으로 Frisby와 랑Ⅱ검사를 시행하여 검사 성공률, Frisby검사에서 교차와 비교차 시차간의 입체시 차이, 입체시 표현율, 한눈 단서의 존재유무, 600초 정도의 큰 시차로써 정상과 비정상적인 양안시를 구분할 수 있는지를 알아보고자 하였다. 랑Ⅱ검사 성공률은 2세에 66.7%, 4세 이후는 100%, Frisby는 2세에 66.7%, 5세 이후는 100%이었다. Frisby검사의 입체시 표현율은 나이가 증가할수록 통계학적으로 유의하게 증가하였다($p<0.01$). Frisby검사 상 각 시차(600초, 300초, 150초)에서 교차시차와 비교차시차와의 입체시는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.700$, $p=0.926$, $p=0.866$). 정상 양안시기능군에서 Frisby와 랑Ⅱ검사를 단안으로 시행시 아무도 통과하지 못했다. 비정상 양안시기능군에서 Frisby를 양안으로 검사시 600초는 4명, 랑은 3명이 통과하였다. 이상으로 이 두가지 검사는 학동전 소아에서 양안시기능을 아는데 비교적 쉽게 사용될 수 있는 유용한 검사방법이었다. 그러나 이들을 양안시스크리닝 검사로서 사용시 600초 정도의 큰 시차에서 통과되었다 하더라도 반드시 정상 양안시기능을 가지고 있다고 할 수 없겠다(한안지 39:2165~2172, 1998).

= Abstract =

Assessment of Stereoacuity with the Frisby and Lang Ⅱ Stereotests in Preschool Children

Se Youp Lee, M.D., Won Tae Park, M.D.

<접수일 : 1998년 2월 28일, 심사통과일 : 1998년 4월 3일>

계명대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Keimyung University, Taegu, Korea.

* 본 논문의 요지는 1998년 제 80회 대한안과학회 춘계학술대회에서 구연발표되었음.

The evaluation of stereoacuity provides relatively accurate assessment of binocular function. However, it is difficult to perform and also the success rate is low in preschool children. We investigated the success rate, the difference in stereoacuity between crossed and uncrossed disparities in the Frisby test, the rate of demonstrating stereopsis, the presence of monocular cue and, whether at the level of 600 arcsec of stereoacuity by performing the Frisby and Lang II stereotest can differentiate between normal and abnormal binocular vision in preschool 2- to 6-year-old children. The success rate of the Lang II stereotest was 66.7% in 2-year-old children and 100% in children over 4 years old. The success rate of the Frisby stereotest was 66.7% in 2-year-old children and 100% in children over 5 years old. It was statistically significant that the rate of demonstrating stereopsis increased with the patient's age($p<0.01$). In the Frisby test, the difference in stereoacuity between the crossed and uncrossed diaparities was not statistically significant at each disparities(600", 300", 150") ($p=0.700$, $p=0.926$ and $p=0.866$). No study subject passed the stereotests with normal binocular vision when examined monocularly with the Frisby and Lang II stereotests. When children with abnormal binocular vision were examined binocularly with the Frisby and Lang II stereotests, 4 children passed at 600 arcsec in the Frisby test and 3 children passed in the Lang II test(600" or 400"). With these results, Frisby and Lang II stereotests were considered easily available and valuable test for evaluating binocular vision in preschool children. However, if a child is passed either at 600 arcsec of the Frisby or Lang II as screening test, we do not regard that he or she has normal binocular vision(J Korean Ophthalmol Soc 39:2165~2172, 1998).

Key Words : Crossed disparity, Demonstrating stereopsis, Frisby test, Lang II test, Monocular cue, Uncrossed disparity

입체시는 두 눈에서 형성된 상의 시차에 기초를 둔 사물의 깊이를 감지하는 능력인데 태어날 때는 존재하지 않지만 생후 4개월부터 생기기 시작하여 급속히 발달된 뒤 생후 6개월에 거의 어른 수준까지 입체시가 도달하게 된다^{1,3)}. 이러한 입체시 검사를 특히 단안시력을 측정하기 힘든 어린 소아에서 조기에 실시함으로써 시기능 이상을 빨리 발견하여 교정함으로써 나중에 생길 시기능 이상을 막을 수 있다. 양안시 기능을 평가할 때 입체시 검사는 유용하나 영아와 어린 소아에서는 검사의 성공률이 낮고, 가끔 검사결과가 정상과 비정상적인 양안시기능을 구분할 정도의 stereo-threshold를 구하기가 힘들다. 현재 많이 사용되어지고 있는 검사들 중에 난점입체시표(random dot stereogram)인 티엔오(TNO) 검사와 난점

E(Random Dot E) 검사는 한눈 단서가 없는 장점이 있지만 적녹안경이나 편광필터를 사용해야 하므로 특히 안경을 쓰기 싫어하는 소아에게 문제가 있다⁴⁾. 여러 가지 입체시 검사 중에서 특히 Frisby검사와 랑검사는 각 눈의 상을 분리시키는 안경이 필요치 않으므로 2세 이상의 소아에서 쉽게 검사할 수 있다고 알려져 있다^{5,6)}. 그러나 3세 이하의 소아에서는 Frisby검사는 stereo-threshold를 구하기 전에 홍미를 잃어버리는 경우가 가끔 있고⁴⁾, 랑검사는 stereothreshold를 측정할 수 없고⁵⁾, 두 검사 모두 한눈 단서가 이용될 수 있다는 보고도 있다⁶⁾.

이에 저자들은 Frisby검사와 랑II검사를 학동전 소아를 대상으로 하여 각 검사의 성공률, 한눈 단서의 존재 유무, 입체시 표현율, 입체시 검사에

Table 1. Patients Diagnosis

Diagnosis	No.
IXT* with anisometropic amblyopia	2
Exotropia	6
Partially accommodative esotropia	8
Nonaccommodative esotropia	7
Duan's retraction syndrome	1
Superior oblique palsy	1
Normal	62
Total	87

* IXT : Intermittent exotropia

Fig. 1. The Frisby stereotest

서 교차시차와 비교교차시차간의 차이점, 양안시 스크리닝검사로서 stereothreshold를 측정하지 않고도 600초 정도의 비교적 큰 시차로써 정상과 비정상적인 양안시기능을 구분할 수 있는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1997년 3월부터 10월까지 계명대학교 동산의료원 안과외래를 내원한 학동전 사시 및 소아안과분야 환자 87명을 대상으로 하였다. 성별은 남자가 45명, 여자가 42명이었으며 연령은 2세부터 6세까지로 평균 4.5세이었다. 기본적인 안과검사 결과를 토대로 두 군 즉 정상 양안시기능군과 비정상 양안시기능(사시)군으로 나누었다. 정상 양

안시기능군은 허쉬버그 검사나 프리즘 차폐법으로 사시나 임상적으로 심각한 사위가 없고 양안의 최대 교정시력이 각각 0.6 이상인 소아 62명이었다. 비정상 양안시기능군은 사시환자 25명이었다 (Table 1).

Frisby검사(Clement Clark International Ltd, London, England)는 가로와 세로가 17cm인 세 장의 투명한 검사판들로 이루어져 있으며 각 판의 두께는 각각 6mm, 3mm, 1mm이고, 각 면에는 네 개의 정사각형이 있으며 각각 크기는 가로, 세로가 6cm이고 그 속에는 난점(random dot)처럼 서로 크기가 다른 삼각형 무늬가 그려져 있다(Fig. 1). 네 개 중 세 개의 정사각형은 검사판의 한면에 그려져 있고, 나머지 한 개는 정사각형 중심에 3cm 크기의 원 모양이 검사판의 다른면에 같은 무늬로 그려져 있다. 이렇게 검사판의 두께로 생긴 배경으로부터 실질적인 원의 분리로 시차가 생기며, 배경으로부터 앞으로 원이 나와 보이는 교차시차나 배경에서 뒤쪽으로 원이 들어가 보이는 비교교차시차가 가능해진다. 입체시시차의 정도는 검사판의 두께, 동공간의 거리, 피검자와 검사판의 거리, 검사판의 굴절계수에 따라서 결정되어진다. 만약 동공간 거리가 55mm이고 검사거리가 30cm이라면 6mm 두께의 시차는 600초, 3mm는 300초, 1.5mm는 150초의 시차를 가진다. 저자들의 경우 검사거리는 소아가 쉽게 손짓 할 수 있는 거리내로 하기 위하여 30cm에서 굴절 이상을 교정한 상태에서 검사를 시행하였다. 검사방법은 Frisby를 검사하기 전에 양안으로 검사판을 보게 하고 네 개의 정사각형 중에서 축구공 혹은 단추, 공이 어디에 있는가를 묻고 손가락으로 가르켜 보라고 주문한다. 운동시차(motion parallax)나 reflection을 이용한 한눈 단서를 최소화하기 위하여 배경은 희게 하였고 검사판과 피검자의 머리가 움직이지 않도록 주의시켰으며, 검사판을 환자의 정면에 놓아게 하였다. 모두 세차례 검사하는데 먼저 좌안을 가린 상태에서 단안으로 검사하고 다음에는 양안으로 그 뒤 다시 단안으로 검사하였다. 한차례 검사시마다 검사판을 무작위로 돌려 놓고 세 번중에 세 번을 맞추어야 통과(passed)한 것으로, 그렇지 못하면 통과하지 못

Table 2. Age Group and Success Rates for Stereopsis Assessment with the Frisby and Lang II Tests

Age(years)	n	Percentage of Success rate	
		Frisby	Lang II
2.0 to 2.9	3	66.7% (2)	66.7% (2)
3.0 to 3.9	18	77.8% (14)	88.9% (16)
4.0 to 4.9	23	95.7% (22)	100% (23)
5.0 to 5.9	24	100% (24)	100% (24)
6.0 to 6.9	19	100% (19)	100% (19)
	87	93.1% (81)	96.6% (84)

() : Number of patients

Table 3. Percentage Demonstrating Stereopsis in Each Age Group of Normal Binocular Vision with the Frisby Test

Age(years)	n	Percentage demonstrating stereopsis		
		600arcsec	300arcsec	150arcsec
2.0 to 2.9	2	50% (1)	50% (1)	0% (0)
3.0 to 3.9	8	62.5% (5)	62.5% (5)	50.0% (4)
4.0 to 4.9	16	68.8% (11)	66.8% (11)	56.3% (9)
5.0 to 5.9	19	89.5% (17)	84.2% (16)	68.4% (13)
6.0 to 6.9	17	100% (17)	100% (17)	82.4% (14)
	62	82.3% (51)	80.6% (50)	64.5% (40)

() : number of patients

한 것(not passed)으로 간주하였다. 또 손가락을 가르키지 못하는 피검자가 검사방법의 설명과 검사에 협조적이었다면 검사는 성공적(successful) 이었다고 하였고, 검사시 시차가 있는 정사각형의 위치를 알았다면 입체시 표현(demonstrating stereopsis)을 한 것으로 간주하였다.

랑II 검사는 랑검사의 특성과 같으나 랑검사보다 시차가 더 작으며 단안으로도 별을 인식할 수 있는 난점 입체시 검사로 회절격자(cylinder graftings)의 장점을 이용한 $9.5 \times 14.5\text{cm}$ 검사판으로 구성된다. 랑II 검사는 별, 자동차, 코끼리, 달의 4가지 그림이 있고, 각각의 시차는 달 200초, 자동차 400초, 코끼리는 600초이다. 저자들은 랑II 검사시 가능한한 환자의 머리와 검사판은 움직이지 않도록 하였고, 40cm 거리에서 검사를

하였다. 검사 방법은 Frisby와 같이 모두 세 차례 검사하였는데, 한 번 검사시 검사판을 위, 아래로 바꾸면서 세 번 시행하였다. 세 번중에서 세 번을 자동차나 코끼리를 맞추어야 통과한 것으로 간주하였고, 한 번이라도 못 맞추면 통과하지 못한 것으로 간주하였다. 그리고 세 번중에 한 번도 검사판에 손짓을 하지 않거나 시선을 두지 않으면 검사에 성공하지 못한 것으로 간주하였다.

두가지 검사후 나이에 따라 전체 소아에서의 검사 성공률과 정상인 소아 62명에서의 입체시 표현율(percentage of demonstrating stereopsis)을 구하였다. 교차시차와 비교차시차간의 입체시 차이점을 알아 보기 위하여 정상인 소아 62명을 대상으로 Frisby검사에서 32명은 교차시차로, 나머지 30명이 비교차시차로 검사하였다. 한눈 단서의 존재를 검사할 때 Frisby검사에서 교차시차와 비교차시차로 검사한 경우를 합쳐서 분석하였다. 관련성 비교를 위한 통계학적 처리는 spearman's correlation과 단변수 분석인 chisquare를 사용하였다.

결 과

전체 학동전 소아 87명 중에서 검사 성공률은 Frisby와 랑II에서 각각 93.1% (81명), 96.6% (84명)이었다. 정상 양안시기능군 62명 중에서 두 검사에 모두 성공한 소아의 비율은 90.3% (56명)이었으며 Frisby에서는 90.3% (56명), 랑II에서는 95.2% (59명)이었다. 비정상 양안시기능군에서는 25명 중에서 두 검사 모두 성공한 소아의 비율은 각각 96.0% (24명)이었다. 나이에 따른 각 검사의 성공률을 보면 Frisby는 2세에 66.7%, 3세에 77.8%, 5세 이후에는 100%이었으며 랑 검사는 2세에 66.7%, 3세에 88.9%, 4세 이후에는 100%이었다(Table 2). Frisby검사에서 정상 양안시기능을 가진 전체 소아 62명의 입체시 표현율은 2세에 600초, 300초, 150초 시차에서 각각 50%, 50%, 0%, 3세에는 각각 62.5%, 62.5%, 50.0%, 6세에는 각 시차에서 82% 이상으로 나이가 증가할수록 통계학적으로 유의하게 입체시 표현율이 증가하였다($p<0.01$).

— 이세엽 외 : Frisby와 Lang II 검사 —

Table 4. Comparison of the Results on the Frisby Stereotest for the Crossed and Uncrossed Disparity from Children in Normal Binocular Vision

	Crossed			Uncrossed		
	150"	300"	600"	150"	300"	600"
Passed	21(72.4)	26(89.7)	26(89.7)	19(70.4)	24(88.9)	25(92.6)
Not passed	8(27.6)	3(10.3)	3(10.3)	8(29.6)	3(11.1)	2(7.4)

": arcsec

() : percentage of patients

Not successfully tested : 6 patients

Table 5. Comparison of Binocular and Monocular Performances on the Frisby and Lang II Stereotests from Children in Normal Binocular Vision

	Frisby (600")		Lang II (600 or 400")	
	Monocular		Monocular	
	Passed	Not passed	Passed	Not passed
Binocular	Passed	0	51	0
	Not passed	0	5	0
				55
				4

": arcsec

not successfully tested in Frisby : 6 patients

" in Lang II : 3 patients

Frisby검사에서 정상 양안시기능을 가진 소아에서 600, 300, 150초 시차에서 각각 82.3%, 80.6%, 64.5%가 입체시 표현을 나타내었다 (Table 3). Frisby검사에서 정상 양안시기능을 가진 62명 중에서 56명이 검사에 성공하였고, 600초에서 교차시차로 검사한 3명과 비교차시차로 검사한 3명은 주의가 산만하여 검사에 성공하지 못했다. 전반적으로 교차시차와 비교차시차에서 각각 시차가 작아질수록 통과하는 환자수가 적어졌으며 600초, 300초, 150초의 각 시차에서 교차시차와 비교차시차간의 입체시 차이는 통계학적 유의성이 없었다($p=0.700$, $p=0.926$, $p=0.866$) (Table 4). 한눈 단서의 존재 유무는 정상 양안시기능군에서 단안으로 검사했을 때 두 검사에서 아무도 통과하지 못했고, 양안으로 검사시는 600초의 Frisby검사는 5명이, 600초 혹은 400초의 Lang II 검사에서는 4명이 통과하지 못했다 (Table 5). 25명의 비정상 양안시기능군에서는 양안으로 검사했을 때 2세인 1명은 두 검사 모두 성공하지 못했다. Frisby검사에서는 600초와

Table 6. Binocular Performance on the Frisby and Lang II Stereotests from Children in Abnormal Binocular Vision

	Frisby			Lang II
	600"	300"	150"	(600" or 400")
Passed	4	2	0	3
Not Passed	20	22	24	21

": arcsec

not successfully test : 1

300초에서 각각 4명, 2명이 통과하였고, 150초 시차에서는 아무도 통과하지 못했으며, Lang II 검사에서는 600초 또는 400초에서 3명이 통과하였다 (Table 6).

고 찰

양안시 상태에 대한 중요한 정보를 제공하는 입체시 평가는 소아의 시기능 검사에서 중요한 부분을 차지하나 대개 4세 이하의 소아에서는 주의력

이 떨어지고 인지능력도 불량하므로 입체시를 평가하는데 어려움이 많다⁶⁾. 그러나 입체시 검사들 중에서도 Frisby와 랑검사는 안경을 쓸 필요가 없이 자연스럽게 보면서 검사할 수 있고 검사자가 시선의 방향까지 알 수 있으므로 학동전 소아 입체시 평가에 쉽게 사용될 수 있다. 뿐만 아니라 Frisby는 stereothreshold까지 측정할 수 있고, 랑Ⅱ검사는 검사판의 도형이 소아에게 쉽게 친숙한 것들이 장점이다.

입체시는 크게 두가지 즉 윤곽입체시(contour stereopsis), 난점입체시(random dot stereopsis)를 통해서 검사할 수 있다. 윤곽입체시는 시피질 17번, 18번 영역에서 발생되고, 난점입체시는 망막-시신경교차-외측슬상체-선조피질 경로 혹은 뇌피질의 하측두엽에 의존하게 된다. 윤곽입체시는 편위각이 작은 교대외사시, 미세사시와 같은 양안시기능 이상에서도 존재할 수 있으나, 난점입체시는 한눈 단서가 존재하지 않기 때문에 고도의 양안시 기능을 필요로 하게 된다⁷⁾. 그러므로 난점입체시는 미세한 양안시 기능이상을 가진 경우에도 민감하게 반응할 수 있으므로 양안시 기능이상을 검사하는데 감수성과 특이성이 더 많은 검사라고 할 수 있다. 본 연구에서 사용된 Frisby나 랑Ⅱ검사도 근본적으로 난점입체시 검사들이다.

학동전 소아들에게 좋은 입체시 검사방법의 조건에 대해 Simmermann은 한눈 단서가 없고, 단지 입체시만을 어느 정도 타당성 있게 측정 가능하여야 하고, 말을 하지 못하는 소아에서도 사용 가능하여야 한다고 하였다⁸⁾. Frisby등도 입체시 검사는 간단해야 하며, 안경과 같은 것을 쓰게 함으로써 생기는 거부감이 없고, 자연스러워야 하며, 한 번 검사함으로써 생기는 기억으로 올바른 반응을하도록 배우는 위험성이 없이, 반복 가능하고, 매우 제한된 시간에 잘 적응되며, 아주 어린 소아들에서도 검사방법이 잘 이해될 수 있어야 한다고 하였다⁹⁾. 본 연구에 사용된 두 검사들도 위의 조건들을 다른 검사에 비하여 많이 충족하고 있다고 할 수 있겠다.

학동전 소아들에서 단안시력의 측정이 가장 이상적인 양안시 스크리닝 검사법이지만 약 2세경에 시력측정을 하기는 매우 힘들다. Shute등도

생후 2세에는 텔러 시력표를 이용한 한눈의 시력측정의 성공률이 낮으므로 랑이나 Frisby를 이용한 입체시 평가의 성공률이 더 높다고 보고하였다¹⁰⁾. Broadbent와 Westall도 생후 24개월 소아에서 Frisby검사의 성공률이 55% 이상 된다고 보고하였다⁴⁾. 저자들의 경우도 2세의 소아를 3명 밖에 평가하지 못했지만 Frisby와 랑Ⅱ검사에서 모두 66.7%의 성공률을 나타내었고, 3세 이후에는 각각의 성공률이 77.7% 이상되었으므로 3세 이후의 소아에서 양안시기능을 스크리닝하기에 유용한 검사들이라고 생각된다. 랑Ⅱ와 Frisby검사의 성공률을 나이별로 비교해 보면 2, 5, 6세군에서는 같았으나 3, 4세군에서는 랑Ⅱ검사에서 약간 높은 경향을 보였다. 그러나 랑Ⅱ검사는 stereothreshold를 평가할 수 없고 Frisby는 검사전에 방법을 설명하는데 시간이 더 소요되는 약점이 있다.

입체시 표현율은 저자들의 경우 정상 양안시기능군에서 Frisby검사로 3세 이후에 600, 300초시차에서 60%이상되었고, 6세에는 600, 300초시차에서 모든 소아에서 입체시를 표현하였다. 6세미만 특히 2세에서 4세까지의 소아에서는 150초 시차의 입체시 표현율이 낮았으므로 4세 미만에서 stereothreshold를 구한다는 것은 쉽지 않으리라 생각된다.

교차시차와 비교교차시차의 차이점에 대해 Birch 등은 교차시차가 비교교차시차보다 생후에 먼저 발달한다고 하였고¹¹⁾, Harwerth와 Boltz, Woo와 Sillanpaa는 교차시차보다 비교교차시차에서 검사의 민감성이 떨어진다고 하였다^{12, 13)}. 그러나 Larson은 15명의 성인군에서 Frisby로 교차시차와 비교교차시차간의 stereothreshold가 두 군간의 통계학적으로 유의한 차이는 없었다고 하였고, 이 두가지 시차를 비교하여 보다 좋은 결과를 채택하라고 하였다¹⁴⁾. Manning등과 이와 김도 New stereo square 검사로 교차시차와 비교교차시차 간의 입체시 평균치의 비교에서는 통계학적 유의한 차이는 볼 수 없었다고 하였다^{15, 16)}. 저자들의 경우도 Frisby검사의 600, 300, 150초 시차에서 교차시차와 비교교차시차 간의 입체시 차이는 통계학적으로 유의성이 없었다.

입체시 검사시 한눈 단서의 존재 유무에 대해 Cooper와 Feldman은 정상 성인에서 Frisby검사시 한눈 단서가 존재한다고 하였으나¹⁷⁾, Manny등은 2세에서 5세 사이의 정상 소아에서 730초 시차의 Frisby와 733초 시차의 랑검사에서 한눈 단서 유무 검사에서 한눈 단서가 사용되지 않는다고 하였다³⁾. 저자들의 경우 600초의 시차에서 정상 양안시기능군에서 한눈으로 검사시 두 검사 모두 한눈 단서는 사용하지 않았다.

본 저자들은 학동전 소아에서 stereothreshold를 구하기 어려우므로 이 두가지 입체시 검사를 정상과 비정상 양안시기능 소아를 감별할 수 있는지 스크리닝검사로서 비정상 양안시기능군을 대상으로 양안으로 검사하였는데 Frisby 600초는 4명, 랑 600초 혹은 400초에서 3명이 통과하였다. 600초에서 통과한 4명은 간헐외사시에 굴절부등약시가 동반된 2명, 부분조절내사시 1명, 듀안 안구후퇴증후군 1명이었다. 랑에서 통과한 3명은 듀안안구후퇴증후군 1명, 비조절내사시 1명, 간헐외사시에 굴절부등약시가 동반된 1명이었다. Simons는 72명의 사시환자에서 7명이 495초의 시차에서 통과하였다고 하였는데 이는 사시환자의 crude binocular cue 때문이라고 하였고, 또한 정상인에서도 검사판이 피검자의 정면에 놓이지 않을시는 운동시차(monocular parallax), reflection을 이용한 한눈 단서를 사용할 수 있다고 하였다⁶⁾. Manny등은 Frisby검사에서 정상군에서는 큰 시차인 도형을 정확히 구분하는데 한눈 단서에 의존하는 경우는 없지만, 사시환자에서는 정상보다 어느 정도 한눈 단서를 더 잘 이용하는 것 같다고 하였다³⁾. Lang과 Lang은 114명의 미세사시 환자에서 랑검사에서 2.6%가 통과되었고 8.3%에서는 부분적으로 통과되었다고 하였고¹⁸⁾, Johnstone과 Brown도 10 프리즘디옵터 이내의 미세사시 환아의 13%에서 랑검사에서 통과되었다고 하였다¹⁹⁾. 저자들은 굴절부등 약시가 동반된 2명의 간헐외사시 환아에서 Frisby와 랑검사에서 통과되었는데 Manny등은 굴절부등 약시가 있는 소수의 환아에서는 Frisby 730초 시차에서 통과되었다고 하였고³⁾, Lang과 Lang도 23명의 굴절부등 약시를 대상으로 랑검

사를 시행하여 65.2%가 통과되었다고 하였다¹⁸⁾. Paakkala는 244명의 간헐외사시에서 30.8%, 교대내사시 127명에서 1명(0.8%)만이 정상 입체시를, 교대외사시 66명 모두에서 입체시가 없다고 보고하였다²⁰⁾. Broadbent와 West-all, Manny등도 Frisby와 랑검사는 모든 경우의 약시, 굴절부등, 미세사시를 찾아낼 수 없다고 하였다^{3,4)}.

이상의 결과로 Frisby와 랑 II 검사는 학동전 소아에서 양안시 기능을 아는데 비교적 쉽게 사용될 수 있는 유용한 검사방법이었다. 그러나 이들을 600초 정도의 시차를 이용한 양안시기능의 스크리닝 검사로서 사용시 여기에서 통과되었다 하더라도 반드시 정상 양안시기능을 가지고 있다고 할 수 없겠다. 그리고 향후 양안시 기능의 조기 치료에 중요한 나이인 2세 내지 3세군의 더 많은 소아를 대상으로 한 입체시 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Tyler CW : *Sensory processing of binocular disparity* In: Schor CM, Cuiffreda KJ, eds. *Vergence Eye Movement: Basic and Clinical Aspects*. Boston, Mass: Butterworths, 1983, pp. 199-295.
- 2) Birth EE, Gwiazda J, Held R : *Stereoacuity development for crossed and uncrossed disparities in human infants*. Vis Res 22 : 507-513, 1982.
- 3) Manny RE, Martinez AT, Fern KD : *Testing stereopsis in the preschool child: Is it clinically useful?* J Pediatr Ophthalmol Strabismus 28:223-231, 1991.
- 4) Broadbent H, Westall CA : *An evaluation of techniques for measuring stereopsis in infants and young children*. Ophthalmic Physiol Opt 10:3-7, 1990.
- 5) Lang J : *A new stereotest*. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 20:72-74, 1983.
- 6) Simons K : *A comparison of the Frisby, Random-Dot E, TNO and Randot circle stereotest in screening and office use*. Arch Ophthalmol 99:446-452, 1981.

- 7) Schanel-Klitsch E, Ciner EB, Scheiman M : *Stereopsis assessment in normal 1.5 to 3 year old children: A comparison of three random dot tests: Operant preferential looking; Random dot E; and The Lang stereotest I. Binocular vision and strabismus quarterly* 11: 125-130, 1996.
- 8) Simmermann JS : *Absolute threshold of stereopsis using the Frisby test. J Am Optom Assoc* 55:50-53, 1984.
- 9) Frisby JH, Davis H, McMorrow K : *An improved training procedure as a precursor to testing young children with the Frisby stereotest. Eye* 10:286-290, 1996.
- 10) Shute R, Candy R, Westall CA Woodhouse JM : *Success rates in testing monocular acuity and stereopsis in infants and young children. Ophthalmic Physiol Opt* 10:133-136, 1970.
- 11) Birch EE, Gwiazda J, Held R : *Stereoaucuity development for crossed and uncrossed disparities in human infants. Vision Res* 22: 507-513, 1982.
- 12) Harwerth RS, Boltz RL : *Stereopsis in monkeys using random dot stereogram : The effect of viewing duration. Vision Res* 19:985-991, 1979.
- 13) Woo GC, Sillanpaa V : *Absolute stereoscopic threshold as measured by crossed and uncrossed disparities. Am J Optom Phtsio Opt* 56:350-355, 1979.
- 14) Larson WL : *An investigation of the difference in stereoacuity between crossed and uncrossed disparities using Frisby and TNO tests. Optom Vis Sci* 67:157-161, 1990.
- 15) Manning ML, Finlay DC, Neill RA, Frost BG : *Detection threshold differences to crossed and uncrossed disparities. Vision Res* 27:1683-1689, 1987.
- 16) 이봉환, 김명미 : 소아 입체시 검사에 있어서 Lang, Randot, TNO 및 New stereo tests의 비교. *한안지* 31:651-660, 1990
- 17) Cooper J, Feldman J : *Assessing the Frisby stereotest under monocular viewing condition. J Am Optom Assoc* 50:807-809, 1979.
- 18) Lang JI, Lang TJ : *Eye screening with the Lang stereotest. Am Orthopt J* 38:48-50, 1988.
- 19) Johnstone R, Brown S : *A comparative assessment of the Lang, T.N.O., and Titmus stereotest. Aust Orthopt J* 22:27-30, 1985.
- 20) Paakkala AM : *Surgical treatment of strabismus. Acta Ophthalmol* 60(suppl 156): 55-59, 1982.