대한안과학회지 : 제 40 권 제 5 호 1999
J Korean Ophthalmol Soc Vol. 40, No. 5

2세-5세 소아에서 Randot® Preschool Stereoacuity와 Lang검사를 이용한 입체시 평가

이세엽 · 배상환

요약

입체시 검사는 양안시기능을 비교적 정확하게 평가를 할 수 있으나 2세 내지 5세 사이의 취학전 소아에서는 시행하는데 어려운 점들이 많고 검사의 성공률도 낮다. 이에 저자들은 2세부터 5세까지 취학전 소아 96명을 대상으로 Randot® preschool stereoacuity검사와 랑검사를 시행하여 검사 성공률, 나이별 소아의 입체시, 두 검사의 효율성을 알아보고자 하였다. 검사 성공률은 전체 소아 96명에서 두 검사 모두 84.4%이었고, 나이별로 검사 성공률은 2세군 47.4%, 3세군 이상부터는 87% 이상의 높은 성공률을 나타내었다. Randot® preschool stereoacuity검사에서 정상 소아에서 나이별로 입체시의 평균은 2세군 333 arc sec, 3세군 135 arc sec, 4세군 48 arc sec, 5세군 50 arc sec이었다. Randot® preschool stereoacuity검사에서 sensitivity와 specificity는 각각 100%, 94.2%이었고 랑검사에서는 각각 100%, 92.4%이었다. 이상으로 보아 이 두가지 검사는 3세 이상의 취학전 소아에서 양안시기능을 평가하는데 높은 성공률을 가진 유용한 검사방법임을 알 수 있었고, 특히 Randot® preschool stereoacuity검사는 3세 내지 5세 취학전 소아에서 비교적 정확하게 입체시를 양적으로 측정가능하였다(한안지 40:1385~1390, 1999).

Abstract

Assessment of Stereoacuity with the Randot® Preschool Stereoacuity and Lang Test in the 2- to 5-Year Age Range

Se Youp Lee, M.D., Sang Hwan Bae, M.D.

<접수일 : 1998년 11월 18일, 심사통과일 : 1999년 2월 10일>

계명대학교 의과대학 안과학교실
Address reprint requests to Se Youp Lee, M.D.
Department of Ophthalmology, College of Medicine, Keimyung University
#194 Dongsan-dong, Chung-gu, Taegu, 700-310, Korea
Tel : 82-53-250-7720, 7703,   Fax : 82-53-250-7705

＊본 논문의 요지는 1998년 4월 대한안과학회 제 80회 학술대회(경주)에서 구연발표되었음.

The evaluation of stereoacuity provides relatively accurate assessment of binocular function. However, it is difficult to perform and also the reliability rate is low in the 2- to 5-year-old age range. We investigated the overall success rate, the success rate according to age, and efficacy with the Randot® preschool stereoacuity and Lang test in the 2-to 5-year-old children of 96 patients. The overall success rate of the two stereotests were 84.4%, 47.4% in the 2-year-old children and more than 87% in children over 3-year-old. When children with normal binocular vision were examined with the Randot® preschool stereoacuity test, mean stereoacuity was 333 arc sec in the 2-year-age group, 135 arc sec in the 3-year-age group, 48 arc sec in the 4-year-age group, and 50 arc sec in the 5-year-age group. Sensitivity and specificity of Randot® preschool stereoacuity test were 100%, 94.2%, respectively. Sensitivity and specificity of Lang test were 100%, and 92.4% respectively. As a result, Randot® preschool stereoacuity and Lang stereotests might be considered easy available and valuable test for evaluating binocular function in the 3- to 5-year-old preschool children. Moreover, the Randot® preschool stereoacuity provided a relatively accurate measurement of stereoacuity in the 3- to 5-year-old age range(J Korean Ophthalmol Soc 40:1385~1390, 1999).

Key Words : Lang test, Preschool, Randot® preschool stereoacuity test, Stereoacuity

입체시 검사는 양안시기능을 비교적 정확하게 평가하여 사시, 부등시, 약시와 같은 양안시기능 이상을 일찍 감지 할 수 있으나 취학전 소아에서는 시행하는데 어려운 점들이 많고 검사의 성공률 또한 낮다. 현재 취학전 아동에서 랑검사, Frisby검사, 티트무스검사, 란도트검사가 많이 사용되고 있는데[1-11]이 중에서 Frisby검사는 3세 이하의 소아에서 stereothreshold를 구하기 전에 흥미를 잃어버리는 경우가 가끔 있고[4], 한눈 단서가 이용될 수 있다는 보고도 있다[2]. 현재 소아들에게 많이 사용되고 있는 티트무스 검사와 란도트 검사는 취학전 소아들 전용으로 사용될 수 있도록 만들어진 것은 아니어서 소아들에게 거부감이 있다. 특히 란도트의 난점입체시 검사는 도형, 사물을 찾는 500 arc sec와 250 arc sec의 두 세트로만 되어 있고 피검소아가 형태를 미리 보지 않고 찾아야 하므로 3-4세 소아에서 어려운 점이 다소 있었다[8]. 그러나 최근에 취학전 소아를 대상으로 제작된 Randot® preschool stereoacuity 검사[8]는 내용들이 소아들에게 친숙한 동물, 도형, 사물로 구성되어 있어 쉽고 간단하게 알아 볼 수 있고, stereothreshold까지 측정할 수가 있다고 알려져 있다.

이에 저자는 2세부터 5세까지 소아를 대상으로 쉽게 입체시를 검사할 수 있는 것으로 알려진 Randot® preschool stereoacuity검사와 랑검사를 이용하여 검사의 성공률, 나이에 따른 평균 입체시, 입체시표현율, 검사의 효율성을 나타내는 sensitivity와 specificity를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1998년 4월부터 10월까지 본원 안과외래를 내원한 취학전 사시 및 소아안과 분야 환자 96명을 대상으로 하였다. 성별은 남자가 61명, 여자가 35명이었으며 연령은 2세부터 5세까지로 평균 4.5세이었다. 시력검사, 굴절마비검사, 교대가림검사 등의 기본적인 안과검사 결과를 토대로 두 군, 즉 정상 양안시기능군과 비정상 양안시기능군으로 나누었다. 정상 양안시기능군은 60명으로 허쉬버그 검사나 프리즘 차폐법으로 사시나 임상적으로 심각한 사위가 없고 양안의 최대 교정시력

Table 1. Patient Diagnosis

Diagnosis	No.*
Intermittent exotropia	35
Alternating exotropia	6
Nonaccommodative esotropia	7
Partially accommodative esotropia	12
Congenital esotropia	3
Superior oblique palsy	2
Esophoria	1
Amblyopia anisometropic	2
strabismic	6
Normal	22
Total	96

*No. : Number of patients

Table 2. Disparities of Randot® Preschool Stereoacuity Test

Book Number	Test Position	Disparity (Second of Arc)
1	Top	200
	Bottom	100
2	Top	60
	Bottom	40
3	Top	800
	Bottom	400

이 각각 0.6 이상인 소아이거나, 약시나 현저한 굴절이상을 동반하지 않고 근거리에서 융합이 가능한 간헐외사시 환아이었고, 비정상 양안시기능군은 2디옵터 이상 차이가 있는 부등시 혹은 한천석시력표상 두줄 이상 차이가 나는 약시가 있거나, 근거리나 원거리에서 현성편위를 지닌 사시환아 36명이었다(Table 1). 대상군의 나이 분포는 2세군은 19명이었고 이 중에서 정상 양안시기능군 10명, 비정상 양안시기능군 9명, 3세군은 32명, 이 중에서 정상 양안시기능군 23명, 비정상 양안시기능군 9명, 4세군은 24명, 이 중에서 정상 양안시기능군 15명, 비정상 양안시기능군 9명, 5세군은 21명, 이 중에서 정상 양안시기능군 12명, 비정상 양안시기능군 9명이었다.

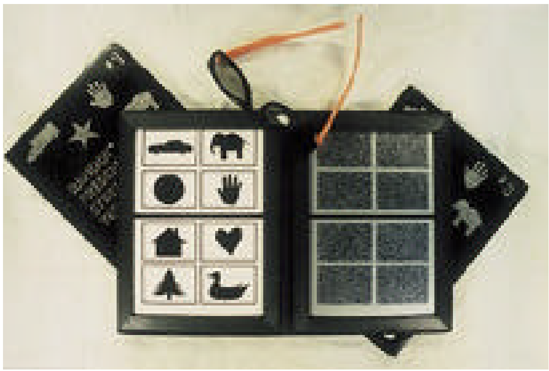

Fig. 1. The Randot® Preschool Stereoacuity Test.

Randot® preschool stereoacuity 검사(Stereo Optical Company, Chicago, U.S.A.)는 3권으로 되어 있으며 각 권마다 시차가 다르다. 1권은 중간 정도의 시차인 200 arc sec와 100 arc sec, 2권은 섬세한 60 arc sec와 40 arc sec, 3권은 비교적 큰 시차인 800 arc sec와 400 arc sec의 시차를 지니고 있다(Fig. 1, Table 2). 모든 입체시 검사는 1권부터 시행하였고 1권의 반응에 따라 2권과 3권을 시행하였다. 1권에서 올바르게 반응하였다면 2권의 60 arc sec시차로 넘어가며, 1권에서 올바른 반응을 얻지 못했다면 3권의 800 arc sec, 400 arc sec 수준의 시차를 검사하였다. 각 권의 왼쪽 페이지에는 2세트의 그림이 있는데, 각 세트에는 백색 바탕에 검정색으로 인쇄된 4개의 동물, 사물 혹은 도형그림이 있고, 오른쪽 페이지는 위치를 다르게한 2세트의 난점형태의 3개의 그림으로 이루어져 있고 나머지 한 개는 형태를 가지고 있지 않다(Fig. 1). 검사방법은 굴절이상을 교정한 뒤 편광안경을 쓴 상태에서 30㎝ 거리에서 좌측 그림 중의 하나가 우측편 4개의 사각형안 어디에 있는가를 묻고 말하게 하거나 손가락으로 가르켜 보라고 주문하였다. 운동시차(motion parallax)나 reflection을 이용한 한눈 단서를 최소화하기 위하여 검사판과 피검자의 머리가 움직이지 않도록 주의시켰으며, 검사판을 환자의 정면에 놓게 하였다. 각각의 시차 수준에서 3개의 그림 중에서 적어도 2개를 말하거나 손으로 가리킬 수 있어야 그 시차를 가지고 있으며 성공하였다고 하였다. 검사 도중에 피검소아가 편광안경쓰기를 거부하거나, 좌측페이지의 그림을 이야기하지 않거나 등의 비협조적인 경우는 실패한 것으로 간주하였다. 그러나 손가락

을 가르키지 못하는 피검자가 검사방법의 설명과 검사에 협조적이었다면 검사는 성공적이었다고 하였고, 검사시 시차가 있는 난점형태의 정사각형의 위치를 알았다면 입체시 표현을 한 것으로 간주하였다. Sensitivity는 비정상 양안시기능을 가진 소아 중에서 비정상입체시를 가지거나 입체시가 없는 소아로 판정된 비율이고, specificity는 정상 양안시기능을 가진 소아 중에서 정상입체시를 가지는 소아로 판정된 비율을 나타내었다. Randot® preschool stereoacuity검사에서 정상입체시의 기준은 200 arc sec 이하로 하였다[8].

랑검사는 난점입체시 검사로서 회절격자의 장점을 이용한 9.5×14.5㎝ 검사판에 3가지 그림이 있어 3가지 시차가 존재하는데 별 600 arc sec, 고양이 1200 arc sec, 차 550 arc sec이다. 랑검사시 검사판은 움직이지 않도록 하였고 거리는 40 ㎝로 하였다. 별, 고양이, 차를 다 맞추어야 통과로 하였고, 검사판에 손짓을 하지 않거나 시선을 두지 않으면 검사에 성공하지 않은 것으로 간주하였다. 두가지 검사의 순서는 무작위로 하였다.

결 과

Randot® preschool stereoacuity검사에서는 전체 2세에서 5세까지 소아 96명 중에서 검사성공률은 84.4%(81명)이었다. 나이별로 검사의 성공률은 2세군 47.4%(9/19), 3세군 87.5%(28/32), 4세군은 100%(24/24), 5세군 95.2%(20/21)이었다. 랑검사는 전체 소아들의 검사성공률은 84.4%(81명)이었고 나이별로 검사 성공률은 2세군 47.4%(9/19), 3세군 90.6%(29/32), 4세군 100%(24/24), 5세군 90.5%(19/21)이었다(Table 3). Randot® preschool stereoacuity검사에서 정상 소아에서 나이별로 입체시의 평균을 보면 2세군 333 arc sec, 3세군 135 arc sec, 4세군 48 arc sec, 5세군 50 arc sec이었다(Table 4). Randot® preschool stereoacuity검사에서 sensitivity는 전체적으로는 100%(29/29), 나이별로 2세군 100%(3/3), 3세군 100%(8/8), 4세군 100%(9/9), 5세군 100%(9/9)이었다. Specitivity는 94.2%(49/52)이었고, 나이별로 2세군 83.3%(5/6), 3세군 90%(18/20), 4세군 100%(15/15), 5세군 100%(11/11)이었다. 랑검사는 sensitivity는 각 전체적으로 100%(27/27)이었고, 나이별로 2세군 100%(2/2), 3세군 100%(8/8), 4세군 100% (9/9), 5세군 100%(8/8)이었다. Specitivity는 전체적으로 92.4%(49/53), 나이별로 2세군 83.3%(5/6), 3세군 85.7%(18/21), 4세군 100%(15/15), 5세군 100%(11/11)이었다. 두 검사의 효율성을 비교해 볼 때 sensitivity는 같았고 specificity는 유사한 성적을 나타내었다.

Table 3. Age Group and Success Rates for Stereopsis Assessment with the Randot® Preschool Stereoacuity Test and Lang Test

Age(years)	N*	Randot® preschool stereoacuity test	Lang test
2.0 to 2.9	19	47.4%(9)	47.4%(9)
3.0 to 3.9	32	87.5%(28)	90.6%(29)
4.0 to 4.9	24	100%(24)	100%(24)
5.0 to 5.9	21	95.2%(20)	90.5%(19)
	96	84.4%(81)	84.4%(81)

*N,( ) : Number of patients

Table 4. Mean Stereoacuity in Each Age Group of Normal Binocular Vision with the Randot® Preschool Stereoacuity Test

Age(years)	N*	Stereoacuity
2.0 to 2.9	6	333
3.0 to 3.9	9	135
4.0 to 4.9	5	48
5.0 to 5.9	2	50
	22	141

*N,( ) : number of patients

고 찰

입체시는 출생 직후에는 존재하지 않다가 급속히 발달하여 생후 6개월에 성인 수준의 입체시를 가지게 된다[7,8,12,13]. 이러한 입체시의 감소 혹은

없음은 사시, 부등시, 약시 혹은 선천성 안질환 등의 양안시기능 이상을 의미한다. 그러나 특히 2세에서 4세까지의 소아에서는 주의력이 부족하고 인지능력도 충분히 발달된 상태가 아니므로 입체시검사가 어려워 끝까지 다 수행하지 못하는 경우가 많다. 입체시의 측정은 양안시기능의 발달을 평가하는데 중요한 도구로써 사용되는데 현재까지 많은 검사방법들이 있다. 이 중에서 최근에 개발된 Randot® preschool stereoacuity검사와 전통적으로 많이 사용되고 있는 랑검사는 검사도형이 친숙하여 5세 미만의 소아들이 쉽게 검사할 수 있는 방법으로 알려져 있다. Randot® preschool stereoacuity검사내에는 손, 코끼리, 오리, 자동차, 집, 나무, 별, 하트, 동그라미, 네모의 취학전 소아들에게 친숙한 도형 혹은 그림으로 되어 있어 쉽게 적응할 수 있으며[8], 난점입체시 검사로서 한눈단서가 존재하지 않고 미세한 양안시 기능이상을 가진 경우에도 민감하게 반응할 수 있으므로 양안시 기능이상을 검사하는데 감수성과 특이성이 많은 검사라고 알려져 있다[3,8,14].

입체시 검사의 성공률은 특히 취학전 소아에서 좋은 양안시기능 스크리닝검사의 척도가 되는데 Birch 등은 Randot® preschool stereoacuity 검사, 티트무스 써클(circle)검사, 티트무스 동물그림 검사를 2세에서 5세 소아들에게 시행하였는데, Randot® preschool stereoacuity검사의 성공률은 검사지역에 따라서 86.4%에서 95.1%의 높은 성공률을 보고하였고, 티트무스 써클과 티트무스 동물그림 검사와 비교하여 티트무스 써클 검사는 전체소아에서 37.8%, 티트무스 동물그림 검사에서 48.2%의 낮은 성공률을 나타내었다고 하였다[8]. 이는 기존의 다른 입체시 검사법이 취학전 아동들에게만 쓸 수 있도록 제작된 것은 아니어서 Randot® preschool stereoacuity검사보다 낮은 성공률을 나타낸 것으로 생각된다. 본 연구에서는 Randot® preschool stereoacuity의 전체 성공률은 84.4%로 Birch 등의 경우 보다는 약간 낮았다. 그리고 나이별로는 2세에 47.4%로 낮았으나, 3세 때부터는 87.5% 이상의 높은 성공률을 나타내었다. 그런데, 저자들의 경우 2세군에서 성공률이 47.4%로 낮은 이유는 2세 때에는 인지능력과 주의력이 떨어지기 때문이라고 생각된다. 또 specificity가 2-3세군에서 4-5세군에 비해 낮은 것도 정상양안시기능을 가진 2세 소아 1명, 3세 소아 2명의 입체시가 비정상으로 나왔기 때문이고 이것 역시 같은 이유인 것으로 여겨진다. 랑검사에서 전체적인 검사의 성공률은 Randot® preschool stereoacuity검사와 같았고 나이별로도 비슷한 성공률을 나타내었다. 이는 Randot® preschool stereoacuity검사가 랑검사처럼 쉽게 소아들에게 접근할 수 있고, 거부감을 주는 편광안경을 쓰더라도 성공률에는 큰 영향을 주지 않은 결과라고 생각된다. 랑검사는 소아에게 거부감을 주는 편광안경을 쓰지 않고 쉽게 스크리닝검사로써 사용할 수 있는 것이 장점이나 Randot® preschool stereoacuity검사에 비해 머리를 움직으로써 한눈단서를 사용할 수 있다는 것[3]과 통과(pass) 혹은 실패(fail)의 결과를 줄 뿐 입체시를 양적으로 측정할 수 없는 것이 단점으로 알려져 있다.

본 연구의 Randot® preschool stereoacuity 검사에서 2세군에서 평균 333 arc sec, 3세군 135 arc sec, 4세에 48 arc sec에 도달하였다. Birch 등의 경우 2세에 100에서 200 arc sec, 3세에 60 arc sec, 4세에 40 arc sec에 도달하였다고 하였으나 저자들의 2,3,4세군에는 Birch 등의 경우보다 입체시가 높았다[8]. 2세군에서 특히 평균입체시가 Birch 등에 비하여 높게 나온 것은 1명의 소아가 800 arc sec의 입체시를 나타내었기 때문이다. 검사의 효율성을 나타내는 sensitivity에 대해 Birch 등은 Randot® preschool stereoacuity검사가 티트무스 써클이나 티트무스 동물검사 보다 sensitivity가 높다고 하였다[8]. 본 연구의 경우는 sensitivity가 전체 소아를 대상으로 Randot® preschool stereoacuity검사와 랑검사 모두 100%의 성적을 나타내었다.

이상으로 보아 Randot® preschool stereoacuity검사는 3세에서 5세까지 소아에서 기존의 랑검사 만큼 검사의 성공률과 효율성이 높았고, 랑검사의 단점인 입체시를 양적으로 측정할 수 없는 점을 보완한 보다 개선된 검사법임을 알 수 있었다. 따라서 Randot® preschool stereoacuity

검사는 입체시를 쉽게 양적으로 측정하여 조기에 양안시기능을 스크리닝 할 수 있고, 사시수술 후에 양안시기능의 호전정도를 아는데 좋은 도구로 사용될 것으로 사료된다. 그러나, 2세 소아에서는 검사의 성공률과 검사의 효율성이 낮았으므로 2세 혹은 그보다 더 어린 소아를 대상으로 보다 쉽게 사용하고 접근할 수 있는 입체시 검사 방법이 연구되어야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1) Lang J : *A new stereotest. J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 20:72-74, 1983.
2) 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.
3) 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 quartly* 11: 125-130, 1996.
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) 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.
6) Birth EE, Gwiazda J, Held R : *Stereoacuity development for crossed and uncrossed disparities in human infants. Vis Res* 22:507-513, 1982.
7) Manny RE, Martinez AT, Fern KD : *Testing stereopsis in the preschool child: Is it clinically useful ? J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 28:223-231, 1991.
8) Birch B, Williams C, Hunter J, Lapa MC : *Random dot stereoacuity of preschool children J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 34:217-222, 1997.
9) 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.
10) 이봉환, 김명미 : 소아 입체시 검사에 있어서 Lang, Randot, TNO 및 New stereo tests의 비교. 한안지 31:651-660, 1990
11) 이세엽, 박원태 : 학동전 소아에서 Frisby검사와 랑 II검사를 이용한 입체시 평가. 한안지 39:257-264, 1998.
12) Simmermann JS : *Absolute threshold of stereopsis using the Frisby test. J Am Optom Assoc* 55:50-53, 1984.
13) Frisby JP, Davis H, McMorrow K : *An improved training procedure as a precusor to testing young children with the Frisby stereotest. Eye* 10:286-290, 1996.
14) Simon K, Avery KE, Novak A : *Small-target random dot stereogram and binocular suppression testing for preschool vision screening. J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 33:104-113, 1996.