

시기능 훈련 시스템을 이용한 훈련 효과에 관한 연구

이창선 · 손정식 · 김인수 · 강성수* · 이동희** · 김기홍

경운대학교 보건복지대학 안경광학과

*대구산업정보대학 안경광학과

**을지대학교 보건과학대학 안경광학과

투고일(2009년 1월 16일), 수정일(2009년 2월 6일), 게재확정일(2009년 3월 6일)

목적: 본 연구는 새롭게 개발한 MYSTERY CIRCLE, Anaglyphs 및 Block string을 이용하여 양안시 기능적, 감각적, 증상 변화에 대해 비교 관찰하고, 훈련방식별 개선효과와 실용 가능성을 알아보고자 하였다. **방법:** 대상자는 T안경원의 75명의 시기능 훈련 대상자(남자 40명, 여자 35명)이며 7주(49일)동안 시기능 훈련을 실시하였다. **결과:** 모든 훈련방식(MYSTERY CIRCLE, Anaglyphs, Block string)에서 시기능 훈련자의 양안시 개선에 도움이 되었으나, 정상화 성공기준에 포함된 대상자수를 비교한 결과 MYSTERY CIRCLE훈련이 유의수준 0.05에서 다른 훈련방식과 유의한 차이를 보였다. **결론:** 본 연구에서 MYSTERY CIRCLE 훈련이 양안시 이상자의 시기능 개선 및 정상화에 우수한 개선효과가 있는 것으로 나타났다.

주제어: 시기능 훈련, MYSTERY CIRCLE, Anaglyphs, Block string

서 론

두 눈으로 동시에 사물을 보는 것을 양안시라 하고^[1], 두 눈으로 편하게 볼 수 없는 상태를 양안시 이상^[2]이라고 한다. 양안시 이상은 사시성 양안시 이상과 비사시성 양안시 이상으로 분류한다. 이 비사시성 양안시 이상은 AC/A 비 및 원거리와 근거리 사위정도에 따라 개산과다, 개산부족, 폭주과다, 폭주부족, 기본 외사위, 기본 내사위로 나눌 수 있다^[3,4]. 이러한 양안시 이상자는 정상안에 비해 사위량이 크고 사위량에 대한 융합여력부족 상태와 같은 기능적 이상과 입체시검사^[5], Worth 4 dot 검사^[6], 적색렌즈검사^[7]와 같은 감각적 검사에서 비정상적 상태를 나타낸다. 그리고 이러한 기능적, 감각적 이상으로 인하여 시력감소, 간헐적 복시, 흐림, 안정피로 및 충혈 등 자각적 증상으로 나타난다^[8]. 양안시 이상의 원인은 외안근 부착 및 길이 불균형과 같은 선천적 구조적인 문제, 안구운동에 관여하는 신경반응의 불균형, 외상성 뇌손상(traumatic brain injury, TBI), 후천성 뇌손상(acquired brain injury, ABI) 등으로 인하여 발생한다고 알려져 있다^[9-11]. 양안시 이상의 치료 방법은 비수술적 방법인 굴절이상 교정, 프리즘 처방 그리고 시기능 훈련(vision training)이 있다^[12,13]. 특히 시기능 훈련은 양안시 이상 치료를 위해 다양한 방법이 활

용되고 있다. 하지만, 국내에서는 시기능 훈련에 대한 낮은 인지도와 부족한 정보 때문에 시기능 훈련을 임상에서 적용하기가 쉽지 않다.

본 연구는 국내실정에 맞게 MYSTERY CIRCLE 시기능 훈련 프로그램을 개발하였고, 기존의 훈련방식인 Block string 및 Anaglyphs를 이용하여 양안시의 기능적 변화, 감각적 변화, 증상적 변화 등을 추적 비교 관찰하였다. 그리고 훈련방식별 성공기준 포함률, 방문율, 선호도를 비교 분석하여 MYSTERY CIRCLE의 유용성 및 실용 가능성을 알아보았다.

대상 및 방법

본 연구 참석 대상자는 T안경원에 방문한 환자 중 안절 환과 조절이상 및 수직사위가 없는 양안시 이상자 75명(남 40명 여 35명)을 대상으로 추적 관찰하였다. 실제 임상과 가장 근접한 자료 및 결과를 얻으려고 훈련 대상자에게 연구에 대한 설명은 하지 않았고, 양안시 이상자 중 증상을 호소하고, 시기능 훈련을 원하는 대상자들만 조사 대상으로 선정하였다. 대상자 연령은 10세 미만(21명), 10~14세(26명), 15~19세(15명), 20~24세(4명), 24~29세(0명), 30~34세(4명), 35세 이상(5명)으로 조사되었고, 평균

나이는 15세이었다. 훈련기간은 49일(7주)간 훈련을 시행하여, 매주 한번(첫 방문 포함하여 총 8회 방문)은 안경원에 방문하여 훈련 진행 상황 및 양안시 이상 변화를 측정하였다.

양안시 정상화 성공기준은 시기능 훈련 후 기능적, 감각적 기능 모두 정상화되어야 하고, 특히 대상자가 느끼는 증상이 완화되거나 없어야 한다. 모건^[14]에 따르면 원거리 외사위(EXO) 1(±2)△, 근거리 EXO 3(±3)△이고, Smooth 이항검사에서 원거리 양성융합여력(positive fusion reserve: PFR) 9(±4)/19(±8)/10(±4), 원거리 음성융합여력(negative fusion reserve: NFR) 7(±3)/4(±2) 그리고 근거리 PFR 17(±5)/21(±6)/11(±7), 근거리 NFR 13(±4)/21(±4)/13(±5)이 기댓값이라 하였다. 하지만 본 연구에서는 모건 기대치^[14]를 참고로 감각적, 증상적 상태를 추가하여 정상화 성공기준을 설정하였다. 즉 시기능 훈련 후 성공기준은 기능적 검사에서 원거리 사위량은 0~EXO 2△까지, 근거리 사위량은 0~EXO 3△까지 범위에 있고, 감각적 검사에서 Worth 4 dot는 융합상태, 적색 렌즈 융합속도 검사 매우 빠름(1초 이하) 이하 속도, Titmus fly 입체검사 40arc sec 이하 입체시, 그리고 융합여력은 외편위환자의 경우 PFR의 최초 분리점-최후분리점/회복점이 원·근거리 모두 40-40/40 이상이 되어야 하고, 내편위환자는 NFR이 원·근거리 모두 20-20/20 이상이 되어야 한다. 일반적 융합여력검사는 융합자극량 증가 시 흐린점(blur), 분리점(break), 회복점(recovery)을 측정하나, 본 연구에서는 최초분리점과 최후분리점 그리고 회복점으로 나누어 측정하였다. 이유는 흐린점은 양안명시의 한계를 측정하는 중요한 의미를 가지지만, 임상에서 피검자가 흐린점에 대한 명확한 기준을 알 수 없고, 반복 측정시 오차 범위도 커서 측정상 오류가 많아 흐린점을 기록에서 제외하였고, 최초분리점을 첨가 시켰다. 최초분리점 측정방법은 무의지 융합을 기록한 것으로 분리자극량을 증가시켰을 때 자동적 융합상태를 측정하였다. 따라서 최초분리점에서 최후분리점까지의 량은 의지 융합이 되고, 최후분리점은 의지융합이 불가능한 상태이다. 이렇게 성공기준을 모건의 기대값과 달리한 이유는 모건의 기대값은 시기능 훈련을 하지 않은 상태의 정상적 양안시 상태 기준치 이고, 본 연구의 성공기준은 시기능 훈련 후 양안시 상태 기준치이기 때문이다.

본 연구에서는 Block string^[15] 훈련과 Anaglyphs^[16]를 컴퓨터 프로그램으로 응용하여 만든 시기능 훈련, 그리고 Block string과 Anaglyphs의 단점을 보완해서 만든 MYSTERY CIRCLE 프로그램(그림 1 참조) 시기능 훈련으로 대상자별로 나누어 훈련을 실시하였다^[17].

본 연구의 통계처리프로그램은 SPSS 12.0 version을 이

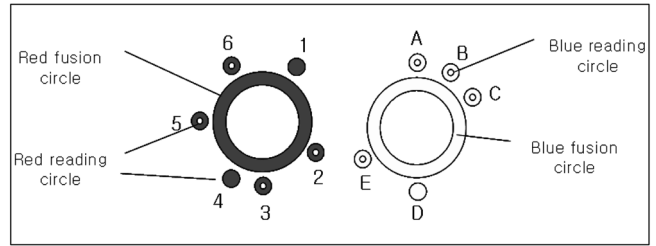


Fig. 1. Composition and method of MYSTERY CIRCLE.

용하여, 훈련방식에 따른 성공 여부, 연령대에 따른 성공 여부, 연령대와 방문횟수의 연관성, 훈련방식과 방문횟수의 연관성 및 훈련방식별 선호도 차이를 알아보기 위해 교차분석을 한 다음, 유의수준 0.05에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 훈련방식과 방문횟수의 관계

표 1과 같이 훈련방식에 따른 방문 수를 조사한 결과, 전체 훈련 대상자 75명 중 Block string으로 훈련한 대상자는 17명(22.7%)이고, 이 중 6회 이상 방문한 방문율이 높은 대상자는 7명(41.2%)로 조사됐다. 그러나 Anaglyphs로 훈련한 대상자는 28명(37.3%)이고 이 중 6회 이상 방문율이 높은 대상자는 22명(78.6%)으로 조사되었고, MYSTERY CIRCLE 또한, 30명(40.0%)중에 6회 이상 방문율이 높은 대상자가 23명(76.7%)으로 조사되었다.

Anaglyphs와 MYSTERY CIRCLE은 Block string보다 방문율이 높은 대상자가 많았고, 훈련방식과 방문 수의 관계를 비모수적 방법으로 χ^2 검정한 결과, 8.221로 유의수준 $p < 0.05$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

이러한 이유는 훈련 대상자 대부분이 10대와 10대 이전의 연령대이므로 Block string은 이들에게는 매우 지루한 훈련방법이다. 그러나 MYSTERY CIRCLE과 Anaglyphs

Table 1. Relation of number of visit and vision training method

	Less than five times trainee (n) (%)	More than six times trainee (n) (%)	Total trainee (n) (%)	χ^2 (p-value)
Block string	10 (58.8)	7 (41.2)	17 (100.0)	8.221 (.016)
Anaglyphs	6 (21.4)	22 (78.6)	28 (100.0)	
MYSTERY CIRCLE	7 (23.3)	23 (76.7)	30 (100.0)	
Total	23 (30.7)	52 (69.3)	75 (100.0)	

는 컴퓨터 프로그램화 되어 있어 친숙도가 높고, 훈련목표치가 단계별로 있어 효과적으로 훈련자에게 목표와 동기 부여가 되어 참여 효과가 높게 나타났다고 보인다.

2. 훈련방식별 양안시 개선자, 성공기준 포함자 및 실패자 조사

1) Block string의 양안시 개선자, 성공기준 포함자 및 실패자 조사

전체 시기능 훈련자(n=75) 중 Block string 훈련 대상자는 17명이다. 표 2를 보면, Block string 훈련 대상자(n=17) 중 중도에 훈련을 포기하거나, 전혀 개선이 되지 않은 대상자는 10명(58.8%)이었고, 양안시 개선된 자는 7명(41.2%)로 조사되었다. 그러나 성공기준에 포함된 대상자는 아무도 없었다. 이것은 Block string의 지루한 훈련방식과 반복되는 동일한 훈련자극이 양안시 개선효과를 낮게 나타나게 한 것으로 추정된다.

2) Anaglyphs의 양안시 개선자, 성공기준 포함자 및 실패자 조사

전체 시기능 훈련자(n=75) 중 Anaglyphs 훈련 대상자는 28명이다. 표 3를 보면, Anaglyphs 훈련 대상자(n=28) 중 중도에 훈련을 포기하거나, 전혀 개선이 되지 않은 대상자는 6명(21.4%)이었고, 양안시 개선된 자는 17명(60.7%)로 조사되었다. 그리고 성공기준에 포함된 대상자는 5명(17.5%)로 조사되었다. Anaglyphs의 점진적 훈련자극과 단계적 목표달성 유도로 인해 양안시 개선효과를 높인 것으로 추정된다.

Table 2. Failure trainee, Improved trainee and Trainee include success standard of Block string

Block string	F.T (n)	I.T (n)	T.I.S.S (n)	Trainee (n)
Basic Exophoria	2	1	0	3
Basic Esophoria	1	0	0	1
Convergence Insufficiency	6	6	0	12
Convergence Excess	1	0	0	1
Divergence Excess	.	.	.	.
Divergence Insufficiency	.	.	.	.
Intermittent Exotropia	.	.	.	.
Vergence Facility Insufficiency	.	.	.	.
Total	10	7	0	17
Rate (%)	58.8	41.2	0	100.0

*F.T: Failure trainee, I.T: Improved trainee, T.I.S.S: Trainee include success standard

Table 3. Failure trainee, Improved trainee and Trainee include success standard of Anaglyphs

Anaglyphs	F.T (n)	I.T (n)	T.I.S.S (n)	Trainee (n)
Basic Exophoria	.	.	.	.
Basic Esophoria	0	1	0	1
Convergence Insufficiency	6	13	4	23
Convergence Excess	.	.	.	.
Divergence Excess	0	0	1	1
Divergence Insufficiency	0	2	0	2
Intermittent Exotropia	0	1	0	1
Vergence Facility Insufficiency	.	.	.	.
Total	6	17	5	28
Rate (%)	21.4	60.7	17.9	100.0

3) MYSTERY CIRCLE의 양안시 개선자, 성공기준 포함자 및 실패자 조사

전체 시기능 훈련자(n=75) 중 MYSTERY CIRCLE 훈련 대상자는 30명이다. 표 4를 보면, MYSTERY CIRCLE 훈련 대상자(n=30) 중 중도에 훈련을 포기하거나, 전혀 개선이 되지 않은 대상자는 7명(23.3%)이었고, 양안시 개선된 자는 5명(16.7%)로 조사되었다. 그리고 성공기준에 포함된 대상자는 18명(60.0%)로 다른 훈련방식에 비해 가장 높게 조사되었다. 이것은 MYSTERY CIRCLE의 점진적 훈련자극과 단계적 목표달성 그리고 정확한 훈련수행 유도가 양안시 개선 뿐 아니라 양안시 정상화에 도움이 된 것으로 추정된다.

3. 훈련방식에 따른 성공 여부 조사

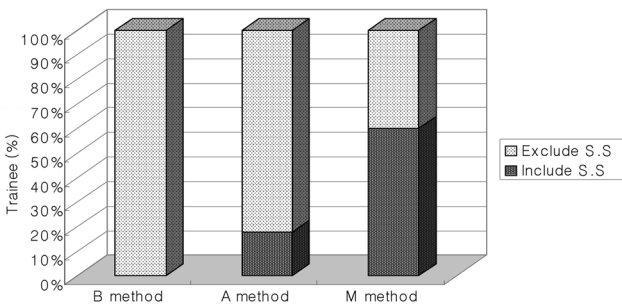
Table 4. Failure trainee, Improved trainee and Trainee include success standard of MYSTERY CIRCLE

MYSTERY CIRCLE	F.T (n)	I.T (n)	T.I.S.S (n)	Trainee (n)
Basic Exophoria	0	0	1	1
Basic Esophoria	0	0	1	1
Convergence Insufficiency	5	4	14	23
Convergence Excess	1	1	0	2
Divergence Excess	.	.	.	.
Divergence Insufficiency	.	.	.	.
Intermittent Exotropia	0	0	2	2
Vergence Facility Insufficiency	1	0	0	1
Total	7	5	18	30
Rate (%)	23.3	16.7	60.0	100.0

Table 5. Relation of include success standard trainee and vision training method in total trainee

	Include S.S (%)	Exclude S.S (%)	Totality trainee (%)	χ^2 (p-value)
B method	0 (0.0)	17 (100.0)	17 (100.0)	21.821 (.000)
A method	5 (17.9)	23 (82.1)	28 (100.0)	
M method	18 (60.0)	12 (40.0)	30 (100.0)	
Total	23 (30.7)	52 (69.3)	75 (100.0)	

*B: Block string A: Anaglyphs M: MYSTERY CIRCLE



* Include S.S : Trainee include success standard, Exclude S.S : Trainee exclude success standard

Fig. 2. Relation of include success standard trainee and vision training method in total trainee.

훈련방법별 성공기준 포함률을 조사하였다. 표 5과 같이 전체 훈련 대상자(n=75) 중 Block string으로 훈련한 대상자는 17명이고, 성공기준에 포함된 자는 0명이였다. 그리고 Anaglyphs로 훈련한 대상자는 28명 중 성공기준에 포함된 자는 5명으로 17.9%로 조사되었다. 그리고 MYSTERY CIRCLE으로 훈련한 대상자 30명 중 성공기준에 포함된 대상자는 18명으로 60.0%로 조사되었다. 훈련방법과 성공 여부 연관성이 있는지를 파악하기 위해 비모수적 방법으로 검정한 결과, 21.821로 유의수준 $p < 0.01$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

또한, 표 6에서 방문율이 높은 대상자(n=52) 중 Block string으로 훈련한 대상자는 7명(13.5%)이였고, 성공기준에 포함된 자는 0명이였다. 그리고 Anaglyphs로 훈련한 대상자는 22명(42.3%) 중 성공기준에 포함된 자는 5명(22.7%)으로 조사되었다. 그러나 MYSTERY CIRCLE로 훈련한 대상자 23명(44.2%) 중 성공기준에 포함된 대상자는 18명으로 78.3%로 조사되었다. 훈련방법과 성공 여부 연관성이 있는지를 파악하기 위해 비모수적 방법으로 검정한 결과, 20.474로 유의수준 $p < 0.01$ 에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

Table 6. Relation of include success standard trainee and vision training method in trainee of high visit rate

	Include S.S (%)	Exclude S.S (%)	Totality trainee (%)	χ^2 (p-value)
B method	0 (0.00)	7 (100.0)	7 (100.0)	20.474 (.000)
A method	5 (22.7)	17 (77.3)	22 (100.0)	
M method	18 (78.3)	5 (21.7)	23 (100.0)	
Total	23 (44.2)	29 (55.8)	52 (100.0)	

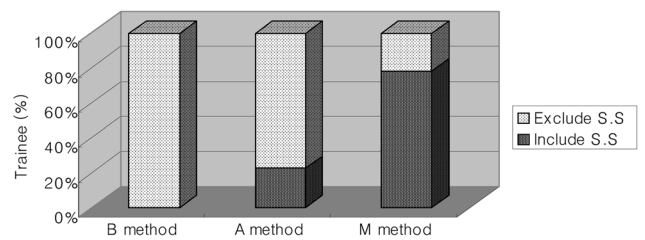


Fig. 3. Relation of include success standard trainee and vision training method in trainee of high visit rate.

따라서, MYSTERY CIRCLE이 Block string과 Anaglyphs 보다 성공기준 포함률 면에서 효과적이었다. 이러한 이유는 기존의 훈련방식과 달리 관찰자가 훈련자의 정확한 훈련수행을 감독하여 관찰 지도할 수 있는 타각식 방법임으로, 융합훈련 시 조절개입을 차단하여 보다 정밀한 훈련을 할 수 있게 되어 있기 때문인 것으로 보인다.

결론

본 연구는 MYSTERY CIRCLE과 Anaglyphs와 Block string 시기능 훈련을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다. 시기능 훈련 대상자의 방문을 조사에서 전체 훈련 대상자(n=75) 중 23명(30.7%)의 방문율이 낮게 조사되었다. 이 중 10명(43.5%)이 Block string 훈련 대상자였다. 그리고 훈련방법에 따른 방문횟수 조사에서도 전체 Block string 훈련 대상자(n=17) 중 10명(58.8%)이 낮은 방문율을 기록하였다. 그러나 Anaglyphs(n=28)와 MYSTERY CIRCLE(n=30) 훈련 대상자는 각각 6명(21.4%)과 7명(23.3%)으로 낮은 방문율 대상자로 조사되어 훈련 방식에 따른 방문횟수는 유의한 상관성을 보였다($p < 0.05$). 따라서 시기능 훈련자의 성공적인 개선을 위해 훈련자의 강한 동기도 중요하지만 훈련 대상자에 맞는 훈련기구 선정도 매우 중요하였다. 임상적 시기능 훈련의 목표는 꾸준한 참여와 정확한 훈련으로 빠른 기간에 최대한 증상을 개선하는 것이 최대

목표일 것이다. 그래서 훈련방식에 따른 성공 여부 조사를 실시한 결과, MYSTERY CIRCLE 훈련 대상자의 60%가 성공기준에 포함되었고, Block string 훈련 대상자는 0%, Anaglyphs 훈련 대상자는 17.9% 만이 성공기준에 포함되어 통계적으로 유의적 차이를 보였다($p < 0.01$). MYSTERY CIRCLE이 같은 기간 내에 가장 성공적 개선을 보였다. 따라서 MYSTERY CIRCLE 시기능 훈련 프로그램이 양안시 이상 개선을 위한 기존 시기능 훈련의 효과적 대안이 되리라 생각된다.

감사의 글

이 논문은 교육인적자원부 지방대학혁신역량강화사업인 안경전문인력양성사업단(04-아-C-25)의 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

- [1] 진용한, “Strabismology”, 울산대학교, 울산광역시, 한국, pp. 61(1993).
- [2] 이창선, 김재도, 김기홍, “폭주부족 피검사자의 시기능 훈련에 의한 양성융합여력 및 사위변화에 관한 연구”, 한국안광학회지, 13(1):83-87(2008).
- [3] Mitchell scheiman and Bruce Wick, “Clinical management of binocular vision”, 2nd Ed., Lippincott-Raven, USA, pp. 223-303(2002).
- [4] 김재도, “안경사를 위한 임상검안과 시기능 처방”, 2판, 신광출판사, 서울특별시, 한국, pp. 271(2006).
- [5] William J. Benjamin, “Borish's clinical refraction”, 2nd Ed., Butterworth heinemann, USA, pp. 921-923(2006).
- [6] 김재도, “안경사를 위한 임상검안과 시기능 처방”, 2판, 신광출판사, 서울특별시, 한국, pp. 217-219(2006).
- [7] William J. Benjamin, “Borish's clinical refraction”, 2nd Ed., Butterworth heinemann, USA, pp. 379-384(2006).
- [8] Mitchell Scheiman, Bruce Wick, “Clinical management of binocular vision”, 2nd Ed, Lippincott-Raven, USA, pp. 72-79(2002).
- [9] 진용한, “Strabismology”, 울산대학교, 울산광역시, 한국, pp. 238-290(1993).
- [10] Solan, Harold A., John, Larson and Steven, “Vestibular Function, Sensory Integration, And Balance Anomalies: A Brief Literature Review”, Optom. Vis. Dev., 38(1):1-5 (2007).
- [11] Mitchell scheiman and Bruce Wick, “Clinical management of binocular vision”, 2nd Ed., Lippincott-Raven, USA, pp. 573-584(2002).
- [12] Mitchell scheiman and Bruce Wick, “Clinical management of binocular vision”, 2nd Ed., Lippincott-Raven, USA, pp. 221-338(2002).
- [13] 김재도, “안경사를 위한 임상검안과 시기능 처방”, 2판, 신광출판사, 서울특별시, 한국, pp. 235-236(2006).
- [14] Mitchell scheiman and Bruce Wick, “Clinical management of binocular vision”, 2nd Ed., Lippincott-Raven, USA, pp. 58(2002).
- [15] Erik M. and Weissberg, “Essentials of clinical binocular vision”, 1th Ed., Butterworth heinemann, USA, pp. 201-213(2004).
- [16] Mitchell scheiman and Bruce Wick, “Clinical management of binocular vision”, 2nd Ed., Lippincott-Raven, USA, pp. 147-163(2002).
- [17] Mitchell scheiman and Bruce Wick, “Clinical management of binocular vision”, 2nd Ed., Lippincott-Raven, USA, pp. 136(2002).

The Study on the Effect of Vision Training System

Chang-Seon Lee, Jeong-Sik Son, In-Su Kim, Sung Soo Kang*, Dong-Hee Lee** and Ki-Hong Kim

Department of Visual Optics, College of Health Welfare, Kyungwoon University

*Department of Ophthalmic Optics, Daegu Polytechnic Collage

**Department of Optometry, College of Health Science, Eulji University

(Received January 16, 2009; Revised February 6, 2009; Accepted March 6, 2009)

Purpose: We developed the MYSTERY CIRCLE vision training program which was suitable for Korean people. We compared it with the established programs, Block string and Anaglyphs in aspect of functional, sensory, and symptomatic changes of binocular vision. **Methods:** The vision training observation group included 75 clients (male=40, female=35) who had binocular vision disorders without ophthalmic diseases or vertical phoria. **Results:** According to the results, all training methods showed improvement of binocular vision function, sensation and symptoms. But the Block String had low participation, reference rate of subjects and success rate and showed the different degree of improvement depending on individuals. Anaglyphs method showed high participation and improvement. But it had a low degree of success rate and preference rate. **Conclusions:** MYSTERY CIRCLE method showed the highest participation, reference rate of subjects, success rate, and high degree of improvement. Therefore we suggest that MYSTERY CIRCLE is an effective and alternative method for binocular vision disorder therapy.

Key words: vision training, MYSTERY CIRCLE, anaglyphs, block string