

Study on the Effectiveness of Cross Test with Central Fusion Point used as Substitute Targets for Pointer Test

Jung-Won Cha*

The Faculty of Beauty Health Sciences, Major in Ophthalmic Optics, Shinhan University, Professor, Uijeongbu 11644, Korea
(Received May 5, 2022; Revised June 2, 2022; Accepted June 11, 2022)

Purpose: This study aimed to investigate whether the use of the cross test with central fusion point instead of the pointer test is valid in the MKH test and its effectiveness. **Methods:** A partially modified four-step MKH test was performed using three of the five basic indicators (cross test (K), pointer test (Z), and rectangle test (H)) for the MKH test and cross test with central fusion point. Statistical analysis, an independence test, was performed with SPSS 23.0. **Results:** First step. The results of the independence test of the two indicators ($p=0.613$) showed that the cross-test with central fusion point could not be used as a substitute for the pointer test. Second step. The cross-test with central fusion point was not valid to be used as a substitute for the pointer test before and after the cross-test correction ($p_{before}=0.596$, $p_{after}=1.000$). Third step. The cross test with central fusion point did not play any role as a substitute for the pointer test in two of the three subjects. Fourth step. In 10 of the 11 subjects, the cross test with central fusion point did not play any role as a substitute for the pointer test. **Conclusions:** During the MKH examination, it was confirmed that the cross test with central fusion point could not serve as a substitute for the pointer test.

Key words: MKH, Pointer test, Cross test with central fusion point, Substitute target, Effectiveness

서 론

환자가 사위로 인한 불편함을 호소하여 프리즘 처방을 하고자 할 때 우리나라에서 많이 사용하는 사위 검사법은 미국에서 주로 사용하는 융합제거사위(dissociated heterophoria) 검사법을 사용하고 있으며 이를 이용하여 프리즘 처방을 하거나 시기능훈련에 사용된다. 융합제거사위검사법의 예로는 가림벗김검사, 마독스봉 검사법, 프리즘분리법 등이 있다. 또한 우리나라에서 많이 사용되지는 않지만 사위검사 및 처방을 위한 중요한 한 축은 일부융합제거사위 검사법들이며 이 중 대표적인 것으로 독일에서 주로 이용하는 검사법으로 주시시차(fixation disparity)를 제거하는 프리즘 값을 찾아내는 MKH(Mess-und Korrektionsmethodik nach H.-J.Hasses) 검사법이 있다.^[1-4]

Ko 등은 융합제거사위 검사와 MKH 검사로 원거리 수평 및 수직 사위 값을 측정하고 비교하여 MKH 검사의 유용성에 대해 알아보하고자 한 결과 MKH 검사, 마독스 로드 검사, 프리즘 분리법, 하웰 사위카드 검사의 원거리 수평 사위 평균은 -0.64 ± 1.27 Δ , -1.63 ± 2.90 Δ , -1.75 ± 2.84 Δ , -1.54 ± 2.99 Δ 로 측정되었다고 보고하였다.^[5] Kim은 시

계침시표(Z사), 중심융합점십자시표, 말렛시표를 사용하여 원거리 및 근거리 수평, 수직방향의 주시시차 교정 값을 비교해 보고자 한 결과 중심융합점십자시표, 말렛시표, 시계침시표에서 측정된 수평방향의 원거리 자각적 주시시차 교정 값들은 각각 -0.62 ± 0.27 Δ , -0.32 ± 0.23 Δ , -0.44 ± 0.22 Δ 로 측정되어 통계적으로 유의한 차이가 있었다고 보고하였다.^[6] Kim 등은 주시시차 교정 값이 MKH 차트에서 0.99 ± 0.50 Δ , 말렛 유닛에서 0.31 ± 0.30 Δ , 중심융합점 십자시표에서 0.52 ± 0.46 Δ 로 측정되었고 유의한 차이를 보였으며, 3가지 시표 중에서 MKH 차트를 통한 주시시차 교정 값이 가장 컸고, 3가지 시표 중에서 MKH 차트를 통해 주시시차를 교정한 후 최소입체각이 가장 많이 향상되었다.^[7]

이러한 주시시차를 제거하는 수단을 이용하여 양안시 기능장애를 검사하고 진단하고 프리즘처방을 하는 대표적인 검사방법인 MKH 검사법에서 주시시차를 제거하는 프리즘 처방 값을 찾기 위하여 주로 5가지(십자시표(K), 시계침시표(Z), 디곳시표(H), 삼각형 입체시 시표(St), 입체시 균형검사용 시표(V)의 시표가 기본적으로 사용된다. 이 시표들은 검사과정에서 앞에서 나열된 순서(K-Z-H-St-V)

*Corresponding author: Jung-Won Cha, TEL: +82-31-870-3433, E-mail: jwcha@shinhan.ac.kr
Authors ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2521-2862

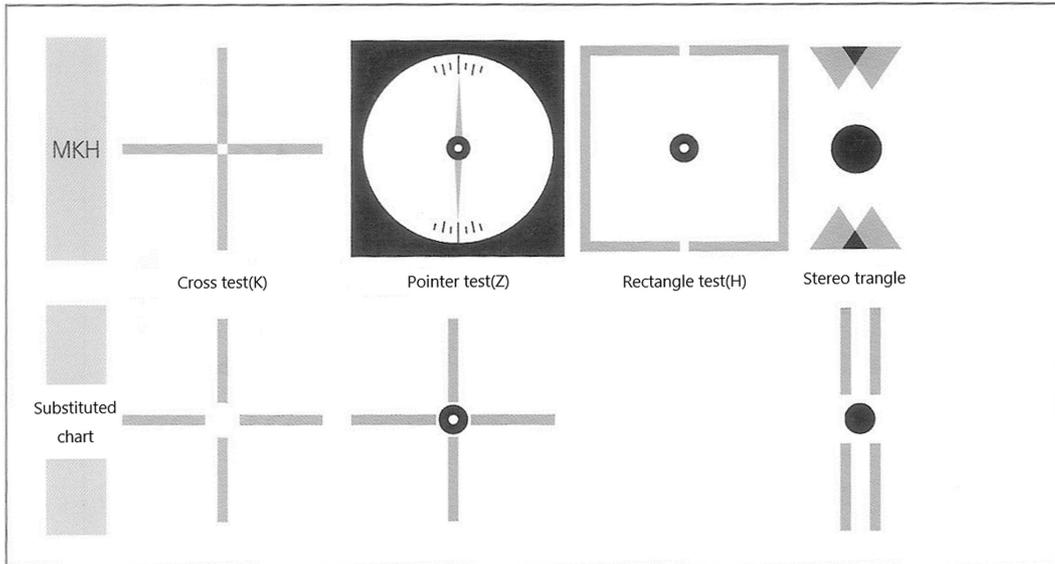


Fig. 1. MKH chart and substituted chart.^[9]

대로 검사가 보통 이루어진다.^[8]

그러나 우리나라의 안경원에 보급되어져 있는 대부분의 차트프로젝트용 시표는 앞에서 제시하였던 MKH용 시표들이 직접 들어가 있지 않고 이 시표를 대신할 수 있는 대용시표들만 주로 포함되어 있다. 즉, 십자시표를 대신하여 기역, 니은으로 되어있는 십자시표를 사용하고, 시계침 시표를 대신하여 중심융합점 십자시표를 사용하고, 삼각형 입체시표를 대신하여 11자형 입체시표를 사용하고 있는 실정이며 이러한 시표들이 학생들 강의용 교재에도 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 MKH 시표의 대용시표로 소개되어져 있기도 하다.^[9]

본 연구에서는 현실적으로 안경원의 대부분에 보급되어 있기도 하고, 안경광학과 학생들이 배우는 학교교재에서 MKH법으로 양안시교정을 할 때 사용할 수 있다고 소개되어있는 대용시표들 가운데 가장 특색 있는 시표인 시계침시표를 대신해서 대용시표로 사용될 수 있다고 소개되어있는 중심융합점 십자시표가 과연 MKH 검사법을 수행할 때 실제로 대용시표로 사용가능한지를 확인해 보고자 한다. MKH법에서 사용되는 시표 가운데 십자시표의 다음 단계로 사용하는 시표가 시계침시표이지만 국내의 대부분의 차트프로젝트에서 시계침시표를 사용하지 않고 대용시표인 중심융합점 십자시표만 설치되어 이용되고 있는 실정이다. 그러나 시계침시표와 중심융합점 십자시표는 양안주시점으로부터 시표의 다른 부분까지 거리가 다르기 때문에 사용되는 망막부위에 차이가 있어 서로 다른 역할을 할 가능성이 있으며 대용시표로 사용하는 것이 타당한 것인지에 관한 깊은 조사가 부족한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 시계침시표 대신 중심융합점

십자시표를 이용하는 것이 MKH 검사에서 타당성이 있는지 여부와 그 효용성에 관하여 조사해 보고자 한다.

대상 및 방법

안과적으로 질환이 없고, 사시수술에 대한 병력이 없으며, 단안교정시력이 0.9 이상이고 완전억제가 없으며 연령이 20~60세인 피검사자 45명을 대상으로 하였으며, 모든 검사에 사용된 시표는 LCD 시표로서 시계침 시표가 포함되어있는 Huvitz Digital Chart(HDC-9100PF, Huvitz, Korea)이다. 또한 검사의 초기조건은 일상생활과 유사한 환경 하에서 측정하기 위하여 밝은 형광등 조명하에서 검사하였으며, 양안굴절균형검사를 제외한 단안완전교정으로 원용교정 굴절력 측정함으로써 MKH 검사가 진행 된 후에 양안균형검사를 실시하여야 한다는 MKH 검사방법의 원칙을 준수하였다.^[10] 또한 모든 검사는 검안테를 이용하여 진행하였으며, 포롭터를 사용하지 않은 이유는 머리의 위치가 자연스럽게 못하다거나 머리의 이동을 통해 발생하는 렌즈에 대한 주시점의 변화, 그리고 근접성조절의 자극을 배제하고자 함이었다.^[8] 조절을 통한 수평방향의 이향운동에 대한 영향을 감소시키기 위해서 검사거리는 5m로 하였다.^[8] 이상의 초기조건 하에서 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 MKH 검사를 약간 수정하여 아래와 같은 순서로 검사를 실시하였다.

1단계: MKH 검사를 위한 기본적인시표 5가지 가운데 3가지(십자시표(K), 시계침시표(Z), 디긋시표(H))와 중심융합점 십자시표를 추가한 4가지 시표를 피 실험자가 편광안

경을 착용한 상태에서 양안으로 시표들을 주시할 때 보이는 모양을 프리즘교정 없이 검사하여 기록 하였다.

2단계: 45명의 대상자 가운데 십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자들에게 프리즘을 이용하여 시표일치인식이 발생하도록 십자시표만 프리즘으로 교정한 후 4가지 시표를 주시할 때 보이는 모양을 더 이상의 프리즘 교정 없이 보이는 모양을 검사 하여 기록하였다. 단, 여기서 시표일치인식이란 십자시표와 중심융합점 십자시표에서는 십자시표의 모양이 흐트러짐 없이 정확히 십자모양으로 관찰되는 상태를 말하며, 시계침시표에서는 시계침시표의 눈금 중앙에 시계침이 위치하는 상태를 말한다.

3단계: 시표일치인식이 일어나도록 십자시표와 중심융합점 십자시표만 프리즘으로 교정한 후 4가지 시표를 주시할 때 피 검사자에게 보이는 모양을 검사 하여 기록하였다.

4단계: 시표일치인식이 일어나도록 십자시표와 시계침시표만 프리즘으로 교정한 후 4가지 시표를 주시할 때 보이는 모양을 프리즘 추가 없이 검사 하였다.

이상의 실험과정을 이해하기 쉽게 순서도로 정리하면 Fig. 2와 같다.

여기서 얻어진 데이터를 이용하여 통계처리를 수행하였으며, 통계처리를 위하여 사용된 프로그램은 SPSS 23.0 이다. 먼저 아무런 프리즘 교정을 하지 않은 1단계 검사결과에서 중심융합점 시표와 시계침 시표에서 각각 시표일

치인식이 있었는지의 여부를 기초데이터로 하여 두 시표의 독립성검정을 수행하였다. 다음 2단계 검사결과에서 십자시표를 교정하기 전과 후 중심융합점 십자시표와 시계침 시표에서 각각 시표일치인식이 발생하였는지의 여부를 기초데이터로 하여 두 시표의 독립성검정을 수행하였다. 이상과 같은 3회의 독립성 검정을 수행할 때 1단계의 통계는 십자시표, 중심융합점십자시표, 시계침시표 3가지 모두에서 시표일치인식(사위 보정 값: 0 Δ)이 일어난 대상자는 중심융합점십자시표와 시계침시표의 독립성을 검정하는데 방해요소가 될 것으로 생각되어 대상에서 제외한 후 독립성검정을 수행하였다. 2단계의 통계는 십자시표를 교정하기 전과 후에 관하여 조사하는 것이므로 십자시표에서 시표일치인식이 있었던 대상자는 제외하고 통계처리 하였다. 여기서 독립성검정을 할 때의 가설은 다음과 같다
 마지막으로 조사대상자 모두에 대하여 중심융합점십자시표와 시계침시표에서 프리즘교정값의 평균을 비교하는 통계처리를 위하여 대응표본 t 검정을 실시하여 통계적 유의성 여부를 조사하였다.

결과 및 고찰

조사표본의 인구통계학적 특성은 전체 45명을 검사대상으로 하였으며 남자가 19명(42.2%), 여자가 26명(57.8%)이고, 연령대는 20세 이상 29세 이하 38명(84.4%), 30세 이상 39세 이하 2명(4.4%), 40세 이상 49세 이하 3명(6.7%), 50세 이상 2명(4.4%)으로 구성되어 있으며 학력은 고졸이하 36명(80%), 대학졸업 5명(11.1%), 대학원 이상 4명(8.9%)이다.

실험방법에서 제시하였던 단계별 검사방법에 따른 분석 결과는 다음과 같다.

① 1단계 검사결과

MKH 검사를 위한 기본적시표 5가지 가운데 3가지(십자시표(K), 시계침시표(Z), 디긋시표(H))와 중심융합점 십자시표를 추가한 4가지 시표를 편광안경을 착용한 양안으로 주시할 때 보이는 모양을 아무런 프리즘 교정 없이 검사를 수행하여 시표일치상태를 조사한 결과 조사대상자 45명 가운데 십자시표와 중심융합점 십자시표 그리고 시계침시표 3가지 모두 시표일치상태인 경우(프리즘 보정 값 0 Δ)가 13명(28.9%)으로 나타났으며, 나머지 32명 가운데 중심융합점 십자시표와 시계침 시표의 시표일치상태가 다르게 나타난 경우가 16명(35.6%)이었고, 시표일치상태가 동일한 경향을 나타내는 것이 16명(35.5%)이었다. 여기서 3가지시표 모두 시표일치상태를 보여주는 13명을 제외하 나머지 32명에 대하여 중심융합점 시표와 시계침 시표에

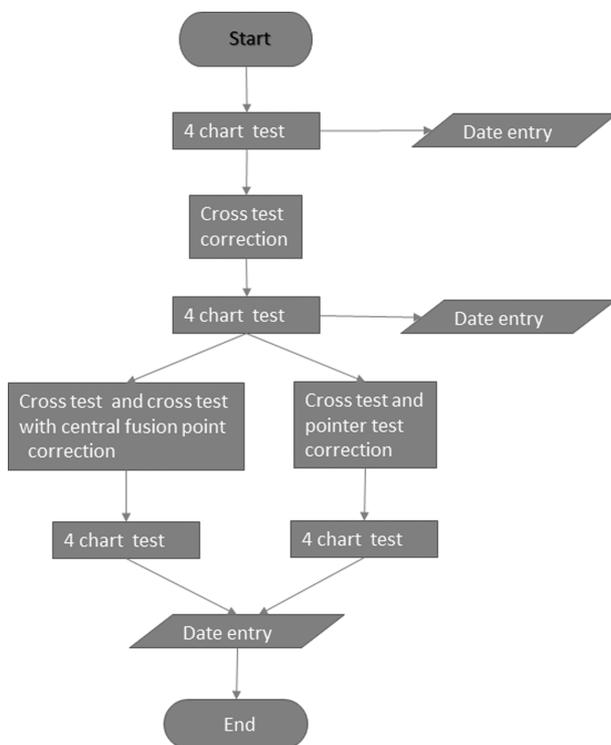


Fig. 2. Flow chart of the experiment.

Table 1. Independence test of cross test with central fusion point and pointer test without any prism correction. Excluded when all three of the cross tests, cross test with central fusion point, and pointer test are in the zero position

		Pointer test		Total
		Zero position	No target matching recognition	
Cross test with central fusion point	Zero position	Frequency	3.0	18.0
		Expected frequency	2.3	15.8
	No target matching recognition	Frequency	1.0	13.0
		Expected frequency	1.8	12.3
Total		Frequency	4.0	32.0
		Expected frequency	4.0	28.0

*Exact significance in Fisher's exact test (two-tailed test) $p=0.613$

서 각각 시표일치인식이 있었는지의 여부를 기초데이터로 하여 두 시표의 독립성검정을 수행한 결과를 Table 1에 나타내었다. 여기서 기대빈도가 5 이하인 항이 2개가 나타나므로 카이제곱검정 대신 Fisher의 정확검정을 이용하여 유의확률을 구하였다. 여기서 구해진 유의확률이 $p=0.613$ 으로 나타나 유의수준 0.05에서 가설을 기각하지 못하였으므로 중심융합점십자시표의 시표일치여부와 시계침시표의 시표일치여부는 서로 독립적이라는 것을 알 수 있다. 즉 중심융합점십자시표와 시계침시표는 아무런 연관성이 없으므로 대응시표로 사용하는 것은 적절하지 않다는 것을 의미한다.

“중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대응시표로 사용되기 어려울 것이다”고 가정한 본 연구의 제안사항을 좀더 확인해 보기 위하여 2단계 검사의 결과를 살펴보면 다음과 같다.

② 2단계 검사결과

검사결과를 제시하기에 앞서 본 연구에서 제시할 주시시차의 분류방법은 다음과 같다. 주시시차의 정도에 따른 분류방법은 연구자에 따라서 다양하게 정의하고 있다. 예를 들면 1형 주시시차(FD 1)와 2형 주시시차(FD 2; 2형 주시시차 내에서도 1~6단계로 분류)로 분류하는 방법, 초기주시시차(young FD)와 말기주시시차(old FD)로 분류하는 방법, 시차를 갖는 융합과 시차를 갖는 대응으로 분류하는 방법 등이 있으나 본 연구에서는 Fig. 3~Fig. 5에 제시된 바와 같이 국내 안경광학과에서 안경광학교재로 가장 보편적으로 사용되고 있는 책에서 소개되고 있는 분류방법인 안근성사위와 불일치 융합사위와 불일치 대응사위로 소개되어있는 분류체계를 이용하고자 한다.^[9,11]

십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자들에게 프리즘을 이용하여 십자시표를 프리즘으로 교정하기

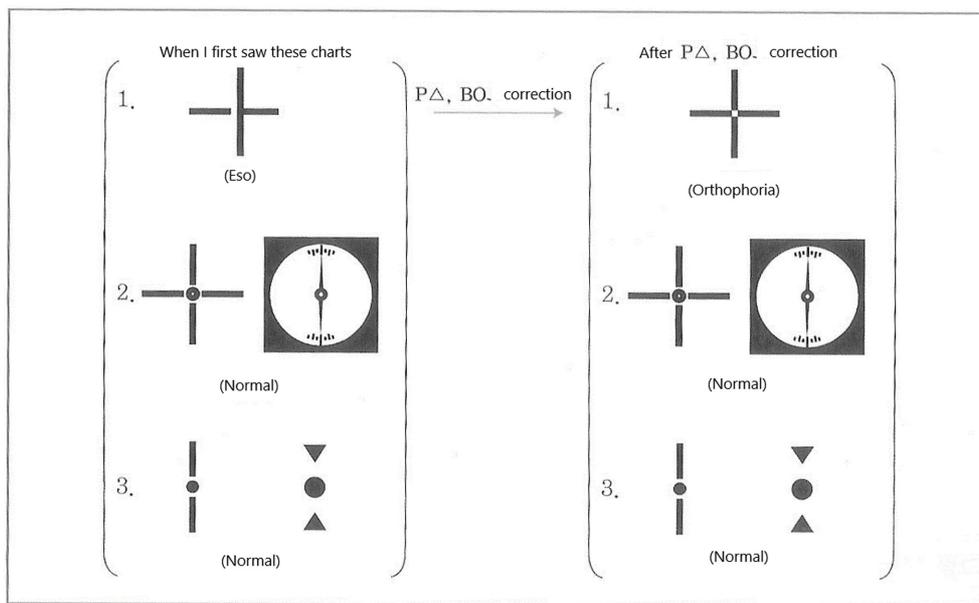


Fig. 3. Muscular phoria.^[9]

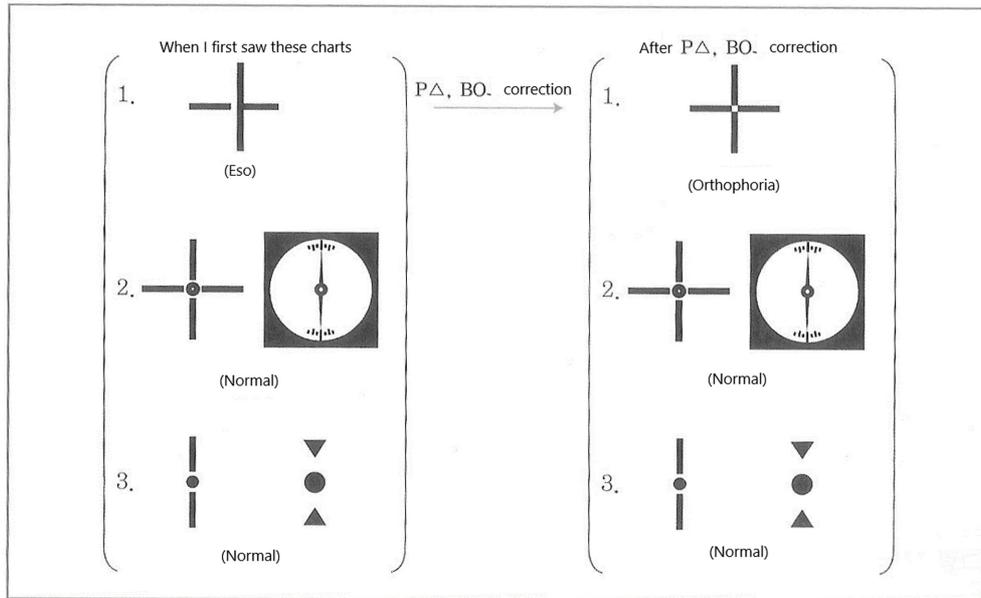


Fig. 4. Disparate fusion phoria.^[9]

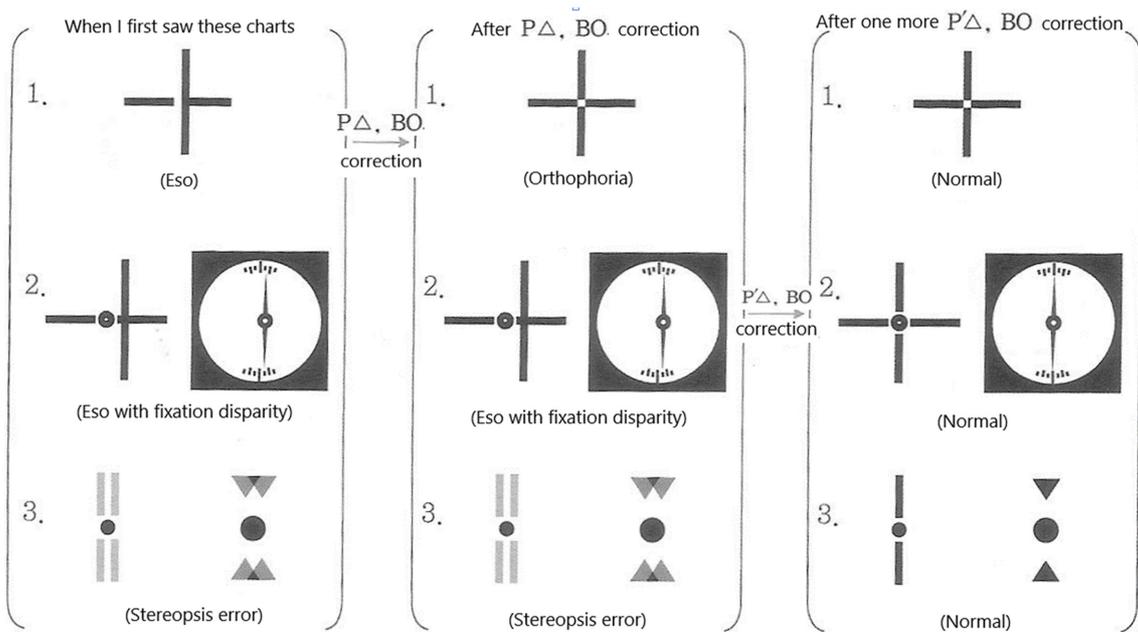


Fig. 5. Disparate correspondence phoria.^[9]

전 4가지 시표를 주시할 때 보이는 모양을 프리즘 추가교정 없이 검사 한 결과는 Table 2과 같다. 검사대상자 45명 가운데 십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자들의 수는 27명 이었으며, 이들 가운데 중심융합점 십자시표 에서는 시표일치가 되지 않고 시계침 시표에서 시표일치인식이 발생하는 대상자가 1명, 시계침 시표에서 시표일치가 되지 않고 중심융합점 십자시표에서는 시표일치인식이 발생하는 대상자가 11명, 중심융합점 십자시표와 시계침 시표 2가지 모두에서 시표일치가 되지 않는 대상자가 12명, 두 가지 시표 모두에서 시표일치인식이 있

는 대상자가 3명인 것으로 나타났다.

십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자 27명에 대하여 중심융합점 십자시표와 시계침 시표에서 각각 시표일치인식이 있었는지의 여부를 기초데이터로 하여 두 시표의 독립성검정을 수행한 결과를 Table 2에 나타내었다. 여기서 기대빈도가 5 이하인 항이 2개가 나타나므로 카이제곱검정 대신 Fisher의 정확검정을 이용하여 유의확률을 구하였다. 여기서 구해진 유의확률이 $p=0.596$ 으로 나타나 유의수준 0.05에서 가설을 기각하지 못하였으므로 중심융합점십자시표의 시표일치여부와 시계침시표의 시

Table 2. Independence test of cross test with central fusion point and pointer test without any prism correction. Excluded when the cross test is in the zero position

		Pointer test		Total
		Zero position	No target matching recognition	
Cross test with central fusion point	Zero position	Frequency	3.0	14.0
		Expected frequency	2.1	14.0
	No target matching recognition	Frequency	1.0	13.0
		Expected frequency	1.9	13.0
Total	Frequency	4.0	23.0	27.0
	Expected frequency	4.0	23.0	27.0

*Exact significance in Fisher's exact test (two-tailed test) $p=0.596$

표일치여부는 서로 독립적이라는 것을 알 수 있다. 즉 중심융합점십자시표와 시계침시표는 아무런 연관성이 없으므로 대용시표로 사용하는 것은 적절하지 않다는 것을 의미한다.

이러한 결과를 주시시차의 분류방법에 따라 세부적으로 살펴보면 다음과 같이 생각할 수 있다. 두 가지 시표 모두에서 시표일치인식이 있는 대상자 3명은 안근성 사위의 초기조건과 일치하는 것으로 볼 수 있으며, 중심융합점 십자시표와 시계침 시표 2가지 모두에서 시표일치가 되지 않는 대상자 12명은 불일치 융합사위 이거나 불일치 대응사위의 후보군으로 생각할 수 있다.^[11] 그러나 시계침 시표에서만 시표일치가 되지 않는 대상자 11명은 중심융합점 십자시표에서는 모두 시표일치인식이 있는 것으로 나타났으므로, 중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대용시표로 사용될 수 없다는 것을 나타낸다. 만약 시계침 시표를 사용하지 않고 대용시표인 중심융합점 십자시표를 사용하였다면 대상자 11명은 모두 안근성 사위인 것으로 판정되었을 것이지만, 시계침 시표를 사용하면 불일치 융합사위 또는 불일치 대응사위의 후보군으로 판정되어야 한다. 이는 중심융합점 십자시표가 시계침 시표의 대용시표로서의 역할을 하기 어렵다는 것을 의미한다. 또한 중심융

합점 십자시표에서만 시표일치가 되지 않는 대상자 1명은 시계침 시표에서는 시표일치인식이 있는 것으로 나타났으므로, 만약 시계침 시표를 사용하지 않고 대용시표인 중심융합점 십자시표를 사용하였다면 대상자 1명은 불일치 융합사위 또는 불일치 대응사위의 후보군으로 판정되어야 하지만, 시계침 시표를 사용하면 안근성 사위인 것으로 판정되었을 것이다. 그러므로 중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대용시표로 사용될 수 없다는 것을 나타낸다.

십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자 27명에 대하여 십자시표를 교정하기전을 종합하여보면 27명 가운데 12명의 대상에서 중심융합점 십자시표를 시계침시표의 대용시표로 사용하는 것은 적절하지 않다는 것을 의미하며 이는 Table 2에서 제시하는 통계결과를 보충 설명하는 내용이라고 볼 수 있다.

또한 십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자 27명에게 프리즘을 이용하여 십자시표만 교정한 후 4가지 시표를 주시할 때 보이는 모양에서는 Table 3에 나타난 바와 같이 중심융합점 십자시표에서만 시표일치가 되지 않는 대상자가 2명, 시계침 시표에서만 시표일치가 되지 않는 대상자가 10명, 중심융합점 십자시표와 시계침 시표 2가지 모두에서 시표일치가 되지 않는 대상자가 1명,

Table 3. Independence test of cross test with central fusion point and pointer test with prism correction of the cross test. Excluded when the cross test is in the zero position

		Pointer test		Total
		Zero position	No target matching recognition	
Cross test with central fusion point	Zero position	Frequency	14.0	24.0
		Expected frequency	14.2	24.0
	No target matching recognition	Frequency	2.0	3.0
		Expected frequency	1.8	3.0
Total	Frequency	16.0	11.0	27.0
	Expected frequency	16.0	11.0	27.0

* Exact significance in Fisher's exact test (two-tailed test) $p=1.000$

두 가지 시표 모두에서 시표일치인식이 있는 대상자가 14명인 것으로 나타났다.

십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자 27명에 대하여 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 중심융합점 시표와 시계침 시표에서 각각 시표일치인식이 있었는지의 여부를 기초데이터로 하여 두 시표의 독립성검정을 수행한 결과를 Table 3에 나타내었다. 여기서 기대빈도가 5 이하인 항이 2개가 나타나므로 카이제곱검정 대신 Fisher의 정확검정을 이용하여 유의확률을 구하였다. 여기서 구해진 유의확률이 $p=1.000$ 으로 나타나 유의수준 0.05에서 가설을 기각하지 못하였으므로 중심융합점 십자시표의 시표일치여부와 시계침시표의 시표일치여부는 서로 독립적이라는 것을 알 수 있다. 즉 중심융합점 십자시표와 시계침시표는 아무런 연관성이 없다는 뜻이므로 MKH 검사에서 십자시표를 교정한 후 2번째로 수행되어야 하는 시계침시표의 대응시표로 중심융합점 십자시표를 사용하는 것은 적절하지 않다는 것을 의미한다.

이 결과 조금 더 세부적으로 살펴보기 위하여 대상자 27명의 개개인별 검사결과의 변화과정을 한명씩 추적 분석한 결과는 다음과 같으며, 복잡한 추적관찰의 내용을 보다 이해하기 쉽게 나타내기 위하여 Table 4에 그 내용을 표기하였다.

Table 4에서 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 시계침시표와 중심융합점 십자시표 두 가지 모두에서 시표일치인

식이 있는 대상자 14명 가운데 2명은 십자시표에 프리즘을 가하기 전부터 두 가지 모두에서 시표일치인식이 있었으므로 안근성 사위와 일치하는 것으로 볼 수 있으며, 14명 가운데 4명은 십자시표에 프리즘을 가하기 전부터 두 가지 모두에서 시표일치인식이 없었으나 십자시표 교정 후 두 가지 모두에서 시표일치인식이 있으므로 불일치 융합사위와 일치하는 것으로 볼 수 있으므로 14명 가운데 위에 언급된 6명은 중심융합점 십자시표를 시계침 시표의 대응시표로 사용하는데 문제가 없는 경우로 볼 수 있다. 14명중 나머지 8명은 프리즘을 가하기 전에 중심융합점 십자시표는 시표일치인식이 있으나 시계침 시표에서만 시표일치인식이 없는 상태였으며 십자시표를 프리즘으로 교정하고 난 후에는 두 시표 모두 시표일치인식이 발생하였으므로, 정상적인 시계침 시표를 사용하여 검사를 하였다면 8명 모두 불일치 융합사위와 일치하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 십자시표에 프리즘을 가하기 전에 중심융합점 십자시표에서는 시표일치인식이 있는 것으로 나타났으므로 MKH 검사에서 시계침 시표를 대신해서 대응시표로 중심융합점 십자시표를 사용했다면 안근성 사위로 오판될 수밖에 없는 상황이다. 그러므로 이 8명의 경우에는 중심융합점 십자시표를 시계침 시표의 대응시표로 사용할 수 없는 경우가 된다. 이는 뒤이은 MKH 검사순서에 따른 삼각형 입체시 시표(St), 입체시 균형검사용 시표(V)검사를 할 때 많은 혼란을 초래할 우려가 있다.

Table 4. Results of tracking and analyzing the change process of the test results for each of the 27 subjects

Before prism correction of the cross test		After prism correction of the cross test			Classification of phoria (type of optotype)	Whether optotype can be substituted
Number of subjects (persons)	Recognition of target coincidence of c* and p* (1: Yes, 2: No)	Number of subjects (persons)	Recognition of target coincidence of c* and p* (1: Yes, 2: No)	Detailed classification of the number of subjects (persons)		
2	11	14	11	2	Muscular	Possible
4	22			4	Disparate fusion	Possible
8	12			8	Disparate fusion (p*) Muscular (c*)	Impossible
1	22	2	21	1	Disparate fusion (p*) Disparate correspondence (c*)	Impossible
1	21			1	Muscular (p*) Disparate correspondence (c*)	Impossible
3	12	10	12	3	Muscular (c*) Disparate correspondence (p*)	Impossible
6	22			6	Disparate correspondence (p*) Disparate fusion (c*)	Impossible
1	11			1	Hidden fixation disparity is revealed	Impossible
1	22	1	22	1	Disparate correspondence	Possible

c*: cross test with central fusion point; p*: pointer test

또한 Table 4에서 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 중심융합점 십자시표에서만 시표일치인식이 없는 것으로 나타난 2명 가운데 1명은 프리즘으로 십자시표를 교정하기 전에 중심융합점 십자시표와 시계침시표 두 가지 모두에서 시표일치인식이 없었던 대상자였으므로 시계침 시표를 사용하였을 때는 불일치 융합사위로 볼 수 있으나 시계침시표 대신 대용시표로 중심융합점 십자시표를 사용하였다면 MKH 검사에서 불일치 대응사위로 판정하는 오류를 범할 수 있다. 그리고 2명 가운데 나머지 1명은 프리즘으로 십자시표를 교정하기 전에 중심융합점 십자시표에서만 시표일치인식이 없었던 대상자였으므로 시계침 시표를 사용하였을 때는 안근성사위로 분류될 수 있으나 시계침시표 대신 대용시표로 중심융합점 십자시표를 사용하였다면 MKH 검사에서 불일치 대응사위로 판정하는 오류를 범할 수 있다. 그러므로 2명 모두 중심융합점 십자시표를 시계침 시표의 대용시표로 사용할 수 없는 경우가 된다.

또한 Table 4에서 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 시계침 시표에서만 시표일치인식이 없는 것으로 나타난 10명 가운데 3명은 십자시표를 프리즘으로 교정하기 전에 시계침 시표에서만 시표일치인식이 없는 상태가 프리즘 교정 후에도 그대로 유지된 것이므로 중심융합점 십자시표를 사용할 경우 십자시표를 프리즘으로 교정하기 전과 후 모두 중심융합점 십자시표에서 시표일치인식이 있는 것으로 나타나므로 안근성 사위로 분류되지만, 시계침 시표를 사용하였을 경우 십자시표를 프리즘으로 교정하기 전과 후 모두 시계침시표에서 시표일치인식이 없는 것으로 나타나므로 불일치 대응사위로 분류된다. 안근성 사위와 불일치 대응사위의 판정차이는 주시시차의 개념으로 볼 때 커다란 판정의 오류를 초래하였다고 볼 수 있다. 그러므로 이 경우 또한 중심융합점 십자시표를 시계침 시표의 대용시표로 사용할 수 없는 경우가 된다.

Table 4에서 10명 가운데 6명은 십자시표를 프리즘으로 교정하기 전에는 시계침시표와 중심융합점 십자시표 두 가지 모두에서 시표일치인식이 없었던 대상자였으므로 시계침 시표를 사용하였다면 불일치 대응사위인 것으로 판정할 수 있다. 그러나 이 또한 시계침시표 대신 대용시표로 중심융합점 십자시표를 사용하였다면 MKH 검사에서 불일치 융합사위로 판정하는 오류를 범할 수 있다. 그러므로 이 6명의 경우 또한 중심융합점 십자시표를 시계침 시표의 대용시표로 사용할 수 없는 경우가 된다.

또한 Table 4에서 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 시계침시표와 중심융합점 십자시표 두 가지 모두에서 시표일치인식이 없는 것으로 나타난 1명은 십자시표를 프리즘으로 교정하기 전에도 두 가지 모두에서 시표일치인식이 없는 상태였으므로 불일치 대응사위로 판정할 수 있으며,

이 경우에는 드물게 시계침시표 대신 대용시표로 중심융합점 십자시표를 사용하는 것이 합리적인 것으로 나타났다.

마지막으로 Table 4에서 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 시계침시표에서만 시표일치인식이 없는 것으로 나타난 10명 가운데 앞에서 언급하지 않고 남아있던 1명은 십자시표를 프리즘으로 교정하기 전에는 시계침시표와 중심융합점 십자시표 두 가지 모두에서 시표일치인식이 있는 것으로 나타났던 대상이었으나 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 시계침시표에서만 시표일치인식이 없는 것으로 나타난 경우이며 숨어있던 주시시차가 드러난 경우로 볼 수 있으며 이때도 마찬가지로 시계침시표에서 발견되는 주시시차가 중심융합점 십자시표에서는 나타나지 않으므로 시계침시표를 대신하여 중심융합점 십자시표를 사용하는 것이 적절하지 않음을 알 수 있다.

그러므로 Table 3의 통계결과에서 시계침시표를 대신하여 중심융합점 십자시표를 사용하는 것이 적절하지 않음을 알 수 있었던 결과에 부가해서 27명의 검사결과를 단계별로 추적해 본 결과에서도 십자시표를 교정한 후 27명 가운데 20명의 대상자에게서 시계침시표를 대신하여 중심융합점 십자시표를 사용하는 것이 적절하지 않다는 사실을 부가적으로 설명할 수 있었다.

③ 3단계 검사결과

십자시표와 중심융합점 십자시표만 프리즘으로 교정한 후 4가지 시표를 주시할 때 보이는 모양을 프리즘 추가 없이 검사 한 결과는 다음과 같다.

여기서 십자시표와 중심융합점 십자시표만 프리즘으로 교정할 수 있는 대상은 Table 3에서 보는 바와 같이 3명이며, 3명 가운데 2명은 십자시표에서 프리즘 교정을 하기 전에는 중심융합점 십자시표와 시계침 시표 모두에서 시표일치인식이 없었으며 나머지 1명은 중심융합점 십자시표에서만 시표일치인식이 없는 경우이다. 십자시표와 중심융합점 십자시표를 프리즘으로 교정한 후에는 3명 모두 4가지 시표에서 시표일치상태를 나타내었다.

대상자 3명의 개개인별 검사결과와 변화과정을 한명씩 추적 분석한 결과는 다음과 같으며, 복잡한 추적관찰의 내용을 보다 이해하기 쉽게 나타내기 위하여 Table 5에 그 내용을 표기하였다.

두 시표 모두에서 시표일치인식이 없는 2명중 1명은 십자시표교정 후 중심융합점 십자시표에서만 시표일치상태가 되지 않았던 대상이었으며 나머지 1명은 십자시표 교정 후에도 시계침시표와 중심융합점 십자시표에서 시표일치상태가 되지 않았던 대상이었다. 그리고 3명 가운데 나머지 1명은 십자시표 교정 전과 후에 모두 중심융합점 십자시표에서만 시표일치인식이 없는 경우이다. 그러므로

Table 5. Result of tracking and analyzing the change process of the test results for each of the three subjects. Only the cross test and cross test with central fusion point are corrected with a prism

Before prism correction of the cross test		After prism correction of the cross test			Classification of phoria (type of optotype)	Whether optotype can be substituted
Number of subjects (persons)	Recognition of target coincidence of c* and p* (1: Yes, 2: No)	Number of subjects (persons)	Recognition of target coincidence of c* and p* (1: Yes, 2: No)	Detailed classification of the number of subjects (persons)		
2	22	1	21	1	Disparate correspondence (c*)	Impossible
		1	22	1	Disparate fusion (p*)	
1	21	1	21	1	Disparate correspondence	Possible
		1	21	1	Disparate correspondence (c*)	
					Muscular (p*)	Impossible

c*: cross test with central fusion point; p*: pointer test

여기서 나타난 3명 가운데 1명에게는 중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대응시표로서 역할을 하는 것으로 생각할 수 있으나 나머지 2명에게는 2가지 시표 가운데 어느 시표를 사용하는지에 따라 사위의 분류가 바뀌므로 중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대응시표로서 역할을 하지 못하는 것으로 나타났다.

④ 4단계 검사결과

십자시표와 시계침시표만 프리즘으로 교정한 후 4가지 시표를 주시할 때 보이는 모양을 프리즘 추가 없이 검사한 결과는 다음과 같다.

여기서 십자시표와 시계침시표만 프리즘으로 교정할 수 있는 대상은 Table 3에서 보는 바와 같이 11명이며, 11명 가운데 10명은 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 시계침시표에서만 시표일치인식이 없는 것으로 나타난 경우이며, 1명은 중심융합점 십자시표와 시계침 시표에서 모두 시표일치인식이 나타나지 않는 경우로서 이 대상자 1명은 십

자시표와 시계침시표만 프리즘으로 교정한 후 4가지 시표 모두 시표일치인식이 발생하였으므로 중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대응시표로서 유용한 예이다. 다만 이 대상자는 3단계에서 십자시표가 시계침시표의 대응시표로서 역할을 할 수 있는 예로 언급되었던 대상자와 동일인이다. 대상자 11명 모두 십자시표와 시계침시표를 교정한 후 4가지 시표 모두에서 시표일치인식이 발생하였다. 대상자 11명의 개개인별 검사결과와 변화과정을 한명씩 추적 분석한 결과는 다음과 같으며, 복잡한 추적관찰의 내용을 보다 이해하기 쉽게 나타내기 위하여 Table 6에 그 내용을 표기하였다.

십자시표를 프리즘으로 교정한 후 시계침 시표에서만 시표일치인식이 없는 것으로 나타난 것으로 언급되었던 10명 가운데 6명은 십자시표 교정 전 중심융합점 십자시표와 시계침 시표 모두 시표일치인식이 나타나지 않았던 대상이었으며, 3명은 십자시표 교정 전 시계침시표에서만 시표일치인식이 없었던 상태가 십자시표 교정 후에도 유

Table 6. Result of tracking and analyzing the change process of the test results for each of the 11 subjects. Only the cross test and pointer test are corrected with a prism

Before prism correction of the cross test		After prism correction of the cross test			Classification of phoria (type of optotype)	Whether optotype can be substituted
Number of subjects (persons)	Recognition of target coincidence of c* and p* (1: Yes, 2: No)	Number of subjects (persons)	Recognition of target coincidence of c* and p* (1: Yes, 2: No)	Detailed classification of the number of subjects (persons)		
6	22			6	Disparate fusion (c*)	Impossible
					Disparate correspondence (p*)	
3	12	10	12	3	Muscular (c*)	Impossible
					Disparate correspondence (p*)	
1	11			1	Hidden fixation disparity is revealed	Impossible
1	22	1	22	1	Disparate correspondence	Possible

c*: cross test with central fusion point; p*: pointer test

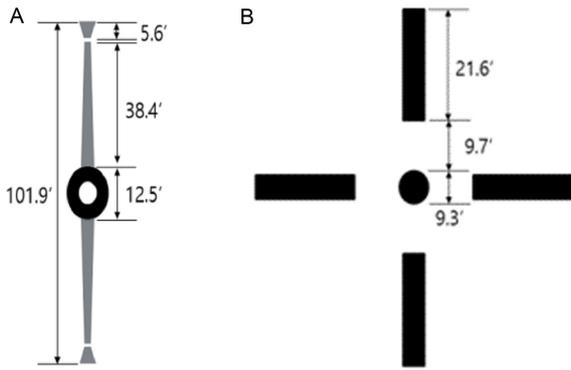


Fig. 6. Pointer test (A) and cross test with central fusion point (B).^[7]

지된 경우이고, 나머지 1명은 십자시표 교정 전 2가지 시표 모두에서 시표일치인식이 있었으나 십자시표 교정 후 시계침시표에서만 시표일치인식이 없는 것으로 나타나 앞에서 언급하였던 숨어있는 주시시차가 드러난 경우이다. 여기서 나타난 10명 가운데 6명은 Table 6에 나타난 바와 같이 중심융합점 십자시표를 시계침시표의 대응시표로 사용하였다면 불일치융합 사위로 판정되어야 하는 대상들이지만, 대응시표를 쓰지 않고 시계침 시표를 그대로 사용하게 되면 불일치 대응사위로 판정된다. 또한 10명 가운데 3명은 Table 6에 나타난 바와 같이 중심융합점 십자시표를 시계침시표의 대응시표로 사용하였다면 안근성 사위로 판정되어야 하는 대상들이지만, 대응시표를 쓰지 않고 시계침 시표를 그대로 사용하게 되면 불일치 대응사위로 판정된다. 10명 가운데 나머지 1명은 앞에서 언급했던 바와 같이 숨어있던 주시시차가 드러나서 보완연구가 필요한 대상이지만 두 시표 사이에 차이가 존재하므로 대응가능하지는 않은 예시이다. 그러므로 전체 11명 가운데 10명은 중심융합점 십자시표가 시계침 시표의 대응시표역할을 할 수 없다는 것을 나타낸다.

그러므로 1~4단계 모든 단계별 검사결과에서 중심융합점 십자시표가 시계침 시표의 대응시표역할을 하기 어렵다는 사실을 실험적으로 확인하였다. Erkelens와 van Ee의 연구에 의하면 양안으로 인식되는 사물에 근접하게 단안으로 인식되는 사물이 위치하는 경우 이러한 사물의 시방향은 올바르게 않게 인식될 수 있다고 보고하였다.^[12-13] Haase는 수평방향의 자각적 주시시차 측정에서 양안으로 인식되는 주시점이 단안으로 인식되는 사물의 시방향 값에 미치는 상호작용을 막기 위해서는 주시점과 선 사이의 간격은 약 20'를 필요로 하는 것으로 보고하였다.^[14] 시계침 시표의 경우 Fig. 1에서 보는 바와 같이 양안주시점과 단안주시점(눈금과 시계침의 상하 끝부분)사이의 거리는 38.4^[7] 의 값을 가지므로 Haase가 제시하였던 20' 이상을 충분히 충족하는 반면에 중심융합점 십자시표에서는 양안

주시점과 단안주시점 사이의 간격이 9.7^[7]에 불과하여 Haase가 제시하였던 20' 이상을 만족시키지 못하고 있다. 그러므로 이러한 중심융합점 십자시표의 구조적 한계 때문에 중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대응시표로 사용될 수 없는 것으로 사료된다.

조사대상자 전체의 프리즘 처방값 통계는 중심융합점 십자시표에서 평균 -0.26 ± 0.31 Δ 이고 시계침 시표에서는 평균 -0.81 ± 0.37 Δ 으로 나타났으며, 두 가지 시표의 차이 분석을 위하여 대응표본 t 검정을 수행한 결과 중심융합점 십자시표와 시계침 시표의 평균값에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p=0.001$).

이는 김의 연구에서 중심융합점 십자시표의 평균값이 -0.62 ± 0.27 Δ 이고 시계침 시표의 평균값이 -0.44 ± 0.22 Δ 이며 중심융합점 십자시표와 시계침 시표의 평균값에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것($p=0.002$)으로 보고하였던 연구결과 및 김 등의 연구에서 원거리 수평주시시차교정값은 MKH 차트에서 0.99 ± 0.50 Δ 이고 중심융합점 십자시표에서는 0.52 ± 0.46 Δ 이며 유의한 차이가 있었다($p=0.000$)는 연구결과와 유사한 결과를 보여주고 있다.^[6,7]

결론

1단계. 조사대상자 45명 가운데 십자시표와 중심융합점 십자시표 그리고 시계침시표 3가지 모두 시표일치상태를 보여주는 13명을 제외한 나머지 32명에 대하여 중심융합점 시표와 시계침 시표에서 각각 시표일치인식이 있었는지의 여부를 기초데이터로 하여 두 시표의 독립성검정을 수행한 결과 유의확률이 $p=0.613$ 으로 나타나 유의수준 0.05에서 가설을 기각하지 못하였으므로 중심융합점 십자시표의 시표일치여부와 시계침시표의 시표일치여부는 서로 독립적이며, 중심융합점 십자시표와 시계침시표는 아무런 연관성이 없으므로 중심융합점 십자시표를 시계침시표의 대응시표로 사용하는 것은 적절하지 않은 것으로 나타났다.

2단계. 십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자 27명에 대하여 십자시표를 교정하기 전 중심융합점 십자시표와 시계침 시표에서 각각 시표일치인식이 있었는지의 여부를 기초데이터로 하여 두 시표의 독립성검정을 수행한 결과 유의확률이 $p=0.596$ 으로 나타나 유의수준 0.05에서 가설을 기각하지 못하였으므로 중심융합점 십자시표의 시표일치여부와 시계침시표의 시표일치여부는 서로 독립적이라는 것을 알 수 있다. 즉 중심융합점 십자시표와 시계침시표는 아무런 연관성이 없으므로 중심융합점 십자시표를 시계침시표의 대응시표로 사용하는 것은 적절하

지 않은 것으로 나타났다.

이러한 결과를 주시시차의 분류방법에 따라 세부적으로 살펴보았을 때 27명 가운데 12명에게서 중심융합점십자시표를 시계침시표의 대응시표로 사용하는 것이 적절하지 않다는 사실을 보충적으로 설명할 수 있었다.

또한 십자시표에서 시표일치인식이 발생하지 않은 대상자 27명에 대하여 십자시표를 프리즘으로 교정한 후 중심융합점 시표와 시계침 시표에서 각각 시표일치인식이 있었는지의 여부를 기초데이터로 하여 두 시표의 독립성검정을 수행한 결과 유의확률이 $p=1.000$ 으로 나타나 중심융합점십자시표의 시표일치여부와 시계침시표의 시표일치여부는 서로 독립적이라는 것을 알 수 있었다. 즉 시계침시표의 대응시표로 중심융합점십자시표를 사용하는 것은 적절하지 않은 것으로 나타났다.

이 결과에 부가해서 27명의 검사결과를 단계별로 추적해 본 결과에서도 십자시표를 교정한 후 27명 가운데 20명의 대상자에게서 시계침시표를 대신하여 중심융합점 십자시표를 사용하는 것이 적절하지 않다는 사실을 설명할 수 있었다.

3단계. 십자시표와 중심융합점 십자시표만 프리즘으로 교정한 후 4가지 시표를 주시할 때 보이는 모양을 프리즘 추가 없이 검사 한 결과 대상자 3명 중 1명은 중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대응시표로서 역할을 하는 것으로 생각할 수 있으나 나머지 2명에게는 십자시표가 시계침시표의 대응시표로서 역할을 하지 못하는 것으로 나타났다.

4단계. 십자시표와 시계침시표만 프리즘으로 교정한 후 4가지 시표를 주시할 때 보이는 모양을 프리즘 추가 없이 검사 한 결과 대상자 11명 가운데 10명은 중심융합점 십자시표가 시계침 시표의 대응시표역할을 할 수 없다는 것으로 나타났다.

1~4단계의 모든 과정에서 공통적으로 MKH 검사시 중심융합점 십자시표는 시계침 시표의 대응시표역할을 할 수 없는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 2021년도 신한대학교 학술연구비 지원으로 연구되었음.

REFERENCES

- [1] Karania R, Evans BJW. The Mallett fixation disparity test: influence of test instructions and relationship with symptoms. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2006;26(5):507-522. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2006.00385.x>
- [2] Schor CM, Ciuffreda KJ. *Vergence eye movements: basic and clinical aspects*, 1st Ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 1983;465-516.
- [3] Carter DB. Parameters of fixation disparity. *Optom Vis Sci.* 1980;57(9):610-617. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-198009000-00012>
- [4] Schor CM, Ciuffreda KJ. *Vergence eye movements: basic and clinical aspects*, 1st Ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 1983;517-540.
- [5] Ko DY, Kim DH, Ko NY, et al. The study of effectiveness of MKH test. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2016;21(4):409-416. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2016.21.4.409>
- [6] Kim HI. The comparison of the subjective associated phoria at near and distance by fixation disparity test charts. *Korean J Vis Sci.* 2015;17(3):311-320.
- [7] Kim SY, Kim HI. A study of comparison and analysis of the distance subjective associated phoria measured with MKH chart, Mallett unit and chart projector cross test with a central fusion lock. *Korean J Vis Sci.* 2019;21(3):373-387. DOI: <https://doi.org/10.17337/JMBI.2019.21.3.373>
- [8] Kim HI. *MKH theory and experiment*, 1st Ed. Seoul: Daihak Publishing Company, 2009;45-47.
- [9] Seong PJ. *Optometry*, 9th Ed. Seoul: Daihak Publishing Company, 2022;196-200.
- [10] Kim HI. *MKH theory and experiment*, 1st Ed. Seoul: Daihak Publishing Company, 2009;58.
- [11] Kim HI. *MKH theory and experiment*, 1st Ed. Seoul: Daihak Publishing Company, 2009;16-24.
- [12] Erkelens CJ, Van Ee R. Capture of visual direction: an unexpected phenomenon in binocular vision. *Vision Res.* 1997;37(9):1193-1196. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(96\)00265-9](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(96)00265-9)
- [13] Shimono K, Ono H, Saida S, et al. Methodological caveats for monitoring binocular eye position with nonius stimuli. *Vision Res.* 1998;38(4):591-600. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(97\)00168-5](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(97)00168-5)
- [14] Haase HJ. *Zur fixations disparation*, 1st Ed. Heidelberg, DOZ-Verlag, 1995;11-114, 121-130.

시계침 시표의 대응 시표로 이용되는 중심융합점 십자시표의 효용성에 관한 연구

차정원*

신한대학교 뷰티헬스사이언스학부 안경광학전공, 교수, 의정부 11644
투고일(2022년 5월 5일), 수정일(2022년 6월 2일), 게재확정일(2022년 6월 11일)

목적: 시계침시표 대신 중심융합점 십자시표를 이용하는 것이 MKH 검사에서 타당성이 있는지 여부와 그 효용성에 관하여 조사해 보고자 한다. **방법:** MKH 검사를 위한 기본적시표 5가지 가운데 3가지(십자시표(K), 시계침시표(Z), 디곳시표(H))와 중심융합점 십자시표를 이용하여 일부 수정된 4단계로 이루어진 MKH 검사를 수행하였다. 통계처리를 위하여 SPSS 23.0을 이용하여 독립성검정을 하였다. **결과:** 1단계. 두 시표의 독립성검정 결과 $p=0.613$ 으로 나타나 중심융합점십자시표를 시계침시표의 대응시표로 사용할 수 없는 것으로 나타났다. 2단계. 십자시표 교정 전·후 모두 중심융합점 십자시표가 시계침 시표의 대응시표로서의 역할을 하는 것이 타당하지 않은 것으로 나타났다. ($p_{\text{전}}=0.596$, $p_{\text{후}}=1.000$) 3단계. 대상자 3명 중 2명은 중심융합점 십자시표가 시계침시표의 대응시표로서 역할을 하지 못하는 것으로 나타났다. 4단계. 대상자 11명 가운데 10명에게서 중심융합점 십자시표가 시계침 시표의 대응시표역할을 할 수 없는 것으로 나타났다. **결론:** MKH 검사시 중심융합점 십자시표는 시계침 시표의 대응시표역할을 할 수 없는 것으로 확인되었다.

주제어: MKH, 시계침 시표, 중심융합점 십자시표, 대응시표, 효용성