

Changes in Postural Stability Depending on Prism Corrections for Exophoria

Myeong-Ki Hwang^{1,a}, Byeong-Yeon Moon^{2,b}, Dong-Sik Yu^{2,c}, Hyun Gug Cho^{2,d}, and Sang-Yeob Kim^{2,e,*}

¹Dept. of Medical Health Science, Graduate School, Kangwon National University, Student, Samcheok 25949, Korea

²Dept. of Optometry, Kangwon National University, Professor, Samcheok 25949, Korea

(Received November 30, 2023; Revised December 12, 2023; Accepted December 14, 2023)

Purpose: This study was performed to analyze the changes in postural stability depending on prism correction criteria in patients with exophoria. **Methods:** A total of 18 subjects (8 males and 10 females) with an average of $9.19 \pm 5.88 \Delta$ distance exophoria participated in this study. We analyzed the changes in postural stability factors (sway path length, sway ellipse area, and sway velocity) depending on the prism correction conditions (Sheard's criterion prism correction; SP and full prism correction for phoria; FP), comparing the full correction condition for refractive errors (FC) with other conditions of prism corrections using a BTracks™ Assess Balance System. **Results:** The sway path length significantly decreased under SP compared with both FC and FP ($p < 0.05$). Additionally, the sway ellipse area exhibited a marked reduction under SP compared with FC ($p < 0.05$). The sway velocity significantly decreased under SP compared with both FC and FP ($p < 0.05$). **Conclusions:** Prism correction for phoria can not only relieve the visual discomfort but also lead to a positive optical intervention that improves postural control abilities.

Key words: Exophoria, Postural stability, Prism correction, Sheard's criterion

서 론

자세 안정성(posture stability)에 있어 시각계는 지면의 환경, 거리 및 깊이, 공간적 위치 및 속도 등과 같은 시각적 환경에 대한 구체적인 정보를 제공한다. 인간이 눈을 뜨고 있는 경우, 자세 조절을 위한 의존율이 가장 높은 감각정보가 된다.^[1] 전정계에서는 세반고리관과 중력 수용기를 통해 자신의 위치와 어디로 움직이는지에 대한 정보를 얻는다.^[2] 체성감각계는 고유수용감각을 포함하며 외부 자극이 힘줄, 근육 등 말초 감각 수용기를 거쳐 신체 움직임과 위치감각을 감지하고 균형과 기립자세를 조절할 수 있게 한다.^[3,4]

정상적인 시각발달은 단순히 시각적 기능뿐만 아니라 자세 조절과 유지의 측면에서도 중요하다. 시각 발달이 이루어지는 성장기 시절에 사시, 약시 등으로 인해 양안시 기능이 손상되면 자세조절 능력도 감소하게 된다.^[5] 양안시가 단안시 상태보다 동일한 시각적 조건에서 신체 흔들림을 감소시킨다는 연구결과가 있으며,^[6] 간헐성 사시나 융합버전스 불량으로 인한 주시 불안정성 또한 자세조절능

력의 감소시키는 시각적 결합상태로 보고되고 있다.^[7,8] 따라서 인간의 자세조절능력을 정상적으로 발달시키고 유지함에 있어 적절한 양안시 조건이 기본적으로 동반되어야 한다.

사위는 양안 융합 상태에서 편위가 나타나지 않아 잠복 사시라고도 불린다.^[9] 사위가 존재하더라도 융합여력을 통해 양안시 상태를 유지할 수 있으나, 정위인 사람과 동등한 시각적 정보를 제공받는지는 단정할 수 없을 것이다. 이를 규명하고자 저자들은 이전 연구에서 BO 프리즘으로 융합 부담이 가해진 양안시 상태가 복시 상태보다 자세 안정성에 더 부정적인 영향을 미친다는 결과를 보고한 바 있다.^[10] 결론적으로 저자들은 이전 연구를 바탕으로 적절한 사위 교정이 자세조절능력에 긍정적인 영향을 미치는 광학적 개입이 될 수 있다고 예측하였다. 그러나 앞서 언급한 연구의 결과는 프리즘을 이용한 실험적 조건하에서만 한정된다는 제한점이 있고, 더 나아가 실제 사위안을 대상으로 한 임상적 검증이 필요한 현실이다.

따라서 본 연구에서는 실제 원거리 외사위를 가진 대상자들에게 사위를 중화시키기 위한 프리즘 교정을 시도하

*Corresponding author: Sang-Yeob Kim, TEL: +82-33-540-3413, E-mail: syk@kangwon.ac.kr

Authors ORCID: ^a<https://orcid.org/0009-0004-8606-4626>, ^b<https://orcid.org/0000-0003-0645-4938>, ^c<https://orcid.org/0000-0002-4387-4408>, ^d<https://orcid.org/0000-0002-8267-3801>, ^e<https://orcid.org/0000-0001-6806-3305>

본 논문은 황명기의 석사학위 논문의 일부 발췌 논문임/본 논문의 일부내용은 2022년도 대한시각학회 동계학술대회에서 포스터로 발표되었음

였을 때, 자세 안정성에 긍정적인 영향을 미치는지 알아보고, 적절한 프리즘 교정량에 대한 임상적 가이드라인을 제공하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구의 취지에 동의한 평균연령 22.79±6.42세의 18명(남 8, 여 10)을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 원거리 사위도는 평균 9.19±5.88 △ 외사위이었고, 근거리 사위도는 평균 12.23±10.45 △ 외사위이었다. 모든 대상자는 신체 균형에 영향을 미치는 전신질환 및 안질환, 그리고 전정계 질환 등이 없었으며 관련된 약 복용의 이력도 없음을 확인하였다.

2. 연구 방법

1) 측정 장비

본 연구에서는 Btracks™ Balance Plate와 Assess Balance Software(BTracks™ Assess Balance System, Balance Tracking Systems, Inc. USA)를 사용하여 자세안정성을 평가하였다. Btracks™ Balance Plate는 미FDA의 인증을 받은 장비로써 다른 유사 측정기와 비교해 99.9% 이상의 높은 신뢰도와 정확성을 보인다.^[11] Btracks™ Balance Plate는 사각 플랫폼(0.4×0.6 m)으로 4개의 지면 반력 장치가 자세안정성을 평가하기 위해 설치되어 있다. 맞춤형 소프트웨어는 전, 후방과 내, 외측 압력 중심(Center of pressure, COP) 위치를 4개의 지면 반력 장치에서 공간 가중 평균으로 결정할 수 있다.^[12]

2) 측정요소

(1) 시기능 평가

① 굴절검사

검영기(BETA200 retinoscope, Heine, German)를 이용하여 타각적 굴절검사를 실시한 후 자동포롭터(Essilor APH 550, Essilor Instrument, France)와 편광 LCD 시력표(Essilor LCD Pola, Essilor Instrument, France)로 자각적 굴절검사를 수행하여 대상자의 완전교정굴절력을 검출하였다. 완전교정굴절력은 MPMVA(Maximum Plus to Maximum Visual Acuity)법을 기준으로 결정하였다.

② 융합 이항운동 검사

양성융합이항운동(positive fusional vergence, PFV)과 음성융합이항운동(negative fusional vergence, NFV)검사는 5 m 거리의 원거리 주시상태에서 Prism bar를 이용한 Step vergence를 각각 1회씩 측정하였다.

③ 입체시 검사

Stereo fly test(SO001 Original Stereo fly, Stereo Optical Company, USA)로 입체시를 측정하였다. 본 입체시 검사 표로 측정 가능한 입체시력 범위는 최대 3,552초각에서 최소 40초각까지이다. 대상자에게 굴절이상 완전교정상태에서 검사용 편광렌즈를 착용시키고, 40 cm 거리에서 입체시력을 1회 측정하였다.

④ 사위 검사

원거리 수평 사위는 Prism bar를 이용하여 Cover test법을 실시하였다. 모든 대상자에게 완전교정상태에서 5 m 전방에 위치한 타겟을 주시하게 한 후, 프리즘 교대가림법을 실시하였다. 교대가림법을 통해 사위가 중화되어 안구의 움직임이 관찰되지 않을 때까지 프리즘을 부가하였고, 이때를 측정 사위값으로 결정하였다. 3회 반복 측정 후 평균값을 사용하였다.

(2) 자세안정성 평가요소

BTracks™ Assess Balance System으로 얻을 수 있는 평가 요소들은 다음과 같다.

① 흔들림 경로 길이(sway path length)

신체 흔들림이 발생할 때 압력중심에서부터 이탈된 총 길이의 합으로 cm로 단위로 표시된다. 따라서 압력중심 경로길이는 신체 흔들림의 크기를 대체할 수 있으며 경로길이 값이 클수록 신체 흔들림이 더 크다는 것을 의미한다.

② 95% 신뢰 흔들림 타원 영역(95% confidence sway ellipse area, ELL)

측정된 흔들림 경로길이의 평균을 반지름으로 한 타원의 넓이를 구하여 전체의 95%가 포함되는 신뢰성을 가진 흔들림 타원 영역을 구했으며, 신체 균형을 비교하는 기준 중 가장 많이 사용된다. 신체 흔들림의 타원 영역의 단위는 cm²으로 표시된다.

③ 평균 흔들림 속도(velocity average of sway)

평균 흔들림 속도는 일정한 샘플링 간격의 경우 연속 지점 간의 거리의 합계(신체 흔들림 길이)를 기록 시간으로 나눈 값으로 정의된다. 단위는 cm/s로 표시된다. 평균 흔들림 속도는 운동 개입의 효과를 평가하기 위한 가장 일반적인 특징으로 신체 흔들림 길이의 지속 시간에 대해 정규화한 것으로 간주한다.^[13]

④ 최대 흔들림 속도(velocity maximum of sway)

최대 흔들림 속도는 두 개의 체로 교차점 사이의 최대 값으로 정의된다. 앞, 뒤와 좌우 축의 앞과 우측을 양의 정

점, 뒤와 좌측을 음의 정점이다. 단위는 cm/s로 표시된다. 최대 흔들림 속도의 절대값이 높게 측정되면 신체균형의 유지가 어려워 빠르게 흔들린다는 뜻으로 전방과 우측은 (+)값으로, 후방과 좌측은 (-)값으로 표시된다.^[14]

(3) 측정 방법

사위의 프리즘 교정에 따른 자세 안정성 변화의 측정을 위해 모든 대상자에게 BTracks™ Balance Plate 위에 맨발로 올라서도록 요청하였다. 대상자의 각 발뒤꿈치를 측정 플레이트 중앙선을 기준으로 대칭인 상태로 일치시킨 뒤 양손을 허리 위에 올린 자세를 측정 준비 상태로 하였다. 측정 조건으로는 1) 굴절이상 완전교정, 2) 셔드기준(원거리사위)프리즘 교정, 3) (원거리)사위 전량 프리즘 교정 조건으로 설정하였다. 자세 안정성 측정은 각 대상자들에게 시험테를 이용하여 각 측정 조건을 무작위로 하여 실시하였고, 메뉴얼에 따라 20초씩 측정하는 동안 전방 5m에 위치한 지정된 타겟을 주시하게끔 하였다. 측정 조건이 바뀔 때마다 1분의 휴식 시간을 제공하였다.

3. 통계 분석

자료 분석은 SPSS 프로그램(IBM SPSS statistics ver. 26 for window, IBM, USA)을 이용하여 실시하였다. 원거리 외사위의 프리즘 교정 기준에 따른 자세 안정성의 변화를 분석하고자 repeated measures ANOVA를 수행하였다. 그리고 시각기능 요소와 자세 안정성 요소 간의 상관성 분석을 위해 스피어만 상관계수(Spearman's correlation coefficient)를 활용하였다. 유의성 판정은 모든 통계 분석에서 유의수준 0.05 이하로 하였다.

결과 및 고찰

1. 프리즘 교정 조건에 따른 흔들림 경로길이와 흔들림 타원 영역의 변화

원거리 외사위의 프리즘 교정 조건에 따른 흔들림 경로길이의 변화는 Figure 1과 같다. 흔들림 경로길이는 완전 교정 조건에서 23.81±2.82 cm, 셔드기준 프리즘 교정 조건에서 21.38±2.00 cm, 그리고 사위 전량 프리즘 교정 조건에서 25.69±2.36 cm로 각각 측정되었다. 사후분석 결과, 셔드기준 프리즘 교정 조건에서 완전교정 조건과 사위 전량 프리즘 교정 조건과 비교해 흔들림 경로길이가 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

흔들림 타원영역은 완전교정 조건에서 1.80±0.26 cm², 셔드기준 프리즘 교정 조건에서 1.30±0.23 cm², 그리고 사위 전량 프리즘 교정 조건에서 1.98±0.47 cm²로 각각 측정되었다(Fig. 2). 사후분석 결과, 셔드기준 프리즘 교정 조

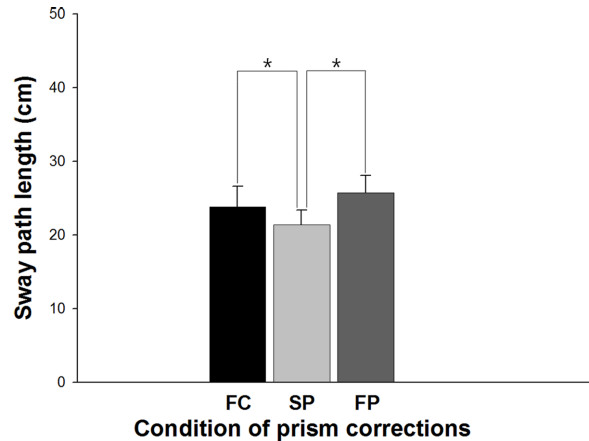


Fig. 1. Change in sway path length depending on the prism correction condition. FC: full correction for refractive errors, SP: sheard criterion prism correction, FP: full prism correction for phoria. * $p < 0.05$: significant difference by repeated measures ANOVA. (post hoc: LSD)

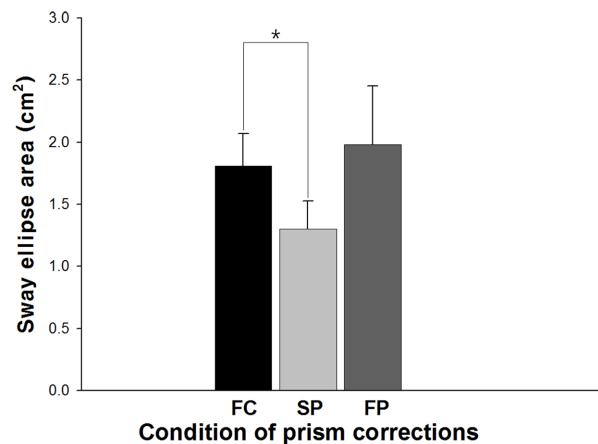


Fig. 2. Change in sway ellipse area depending on the prism correction condition. FC: full correction for refractive errors, SP: sheard criterion prism correction, FP: full prism correction for phoria. * $p < 0.05$: significant difference by repeated measures ANOVA. (post hoc: LSD)

건에서 완전교정 조건과 비교해 흔들림 타원 영역이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

2. 프리즘 교정 조건에 따른 흔들림 속도 변화

원거리 외사위의 프리즘 교정 조건에 따른 평균 흔들림 속도의 변화는 Figure 3과 같다. 평균 흔들림 속도는 완전 교정 조건에서 1.16±0.4 cm/s, 셔드기준 프리즘 교정 조건 1.03±0.10 cm/s, 그리고 사위 전량 프리즘 교정 조건에서 1.26±0.12 cm/s로 측정되었다. 사후분석 결과, 완전교정 조건 및 사위 전량 프리즘 교정 조건과 비교해 셔드기준 프리즘 교정 조건에서 평균 흔들림 속도가 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 최대 흔들림 속도의 변화는 살펴보면(Fig.

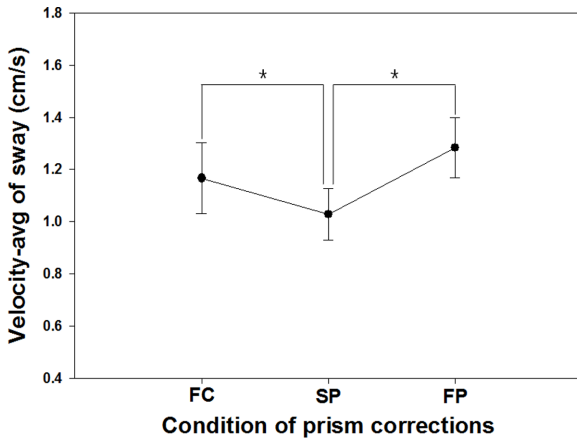


Fig. 3. Change in velocity-average of sway depending on the prism correction condition. FC: full correction for refractive errors, SP: sheard criterion prism correction, FP: full prism correction for phoria. * $p < 0.05$: significant difference by repeated measures ANOVA (post hoc: LSD)

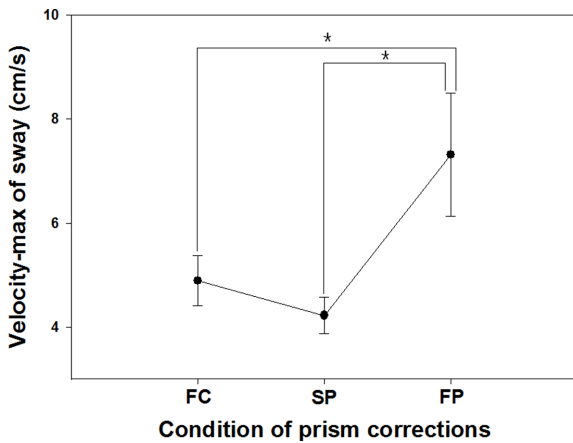


Fig. 4. Change in velocity-maximum of sway depending on the prism correction condition. FC: full correction for refractive errors, SP: sheard criterion prism correction, FP: full prism correction for phoria. * $p < 0.05$: significant difference by repeated measures ANOVA (post hoc: LSD)

4), 완전교정 조건에서 4.90 ± 0.48 cm/s, 셔드기준 프리즘 교정 조건 4.23 ± 0.35 cm/s, 그리고 사위 전량 프리즘 교정 조건에서 7.32 ± 1.18 cm/s로 측정되었다. 사후분석 결과, 완전교정 조건 및 셔드기준 프리즘 교정 조건과 비교해 사위 전량 프리즘 교정조건에서 최대흔들림 속도는 유의하게 증가하였다($p < 0.05$).

3. 프리즘 교정 조건 별 시각기능 요인과 흔들림 경로길이 간의 상관성 분석

Figure 5는 시각기능 요인과 프리즘 교정 조건 별 흔들림 경로길이 간의 상관성 분석을 실시한 결과이다. 완전교정 조건에서의 흔들림 경로길이와 원거리 외사위 간의 음

의 상관성을 보였고($p < 0.05/r = -0.564$, Fig. 5A), 셔드기준 프리즘 교정 조건에서의 흔들림 경로길이와 양성융합버전스 간의 유의한 양의 상관성을 찾을 수 있었다($p < 0.033/r = 0.504$, Fig. 5C). 하지만 그 외 모든 조건에서는 시각기능 요인과 흔들림 경로길이 간의 뚜렷한 상관성을 찾을 수 없었다.

사위의 대표적인 증상으로는 두통, 흐림, 안정피로, 복시, 그리고 독서 시 집중력 저하를 포함한 읽기 문제 등이 있다.^[15] 사위는 프리즘 교정으로 증상을 빠르게 완화시킬 수 있고, 시기능 훈련을 통해서도 개선이 가능하다. 따라서 본 연구는 원거리 외사위를 가진 18명을 대상으로 프리즘 교정을 시도하여 자세 안정성에 긍정적인 효과가 있는지 알아보려고 하였다.

흔들림 경로길이는 완전교정 조건 및 사위의 전량 교정 조건과 비교해 셔드기준 프리즘 교정 조건에서 현저하게 감소하였고(Fig. 1), 흔들림 타원 영역은 완전교정 조건과 비교해 셔드기준 프리즘 처방 조건에서 뚜렷하게 감소하였다(Fig. 2). Anoh-Tanon 등^[8]은 양안시에 문제가 있거나 눈모음 부족이 있는 경우, 주시 능력이 떨어져 자세 안정성을 방해하는 원인이 된다고 하였다. 저자들의 이전 연구에서도 BO 프리즘으로 인한 폭주부담이 목 근육의 긴장을 유발하고, 이에 따른 목 위치의 변화는 자세를 조절하기 위한 전정계 신호의 재조정을 발생시킨다고 주장하였다^[10]. Cigada 등^[16]은 표면 근전도(surface electromyogram)를 이용해 사위와 자세조절능력에 대한 연구를 실시하였다. 그들은 사위의 프리즘 교정이 견갑골 견봉(scapula acromion)의 긴장을 완화시켜 자세조절능력의 향상을 이끌 수 있다고 하였다. 이처럼 사위안에서 과도한 융합스트레스가 동반된 양안단일시는 자세 유지를 방해하는 시각적 상태임을 확인할 수 있었다. 또한, 실제 외사위의 BI 프리즘 교정은 양안단일시를 유지하기 위한 지속적인 폭주부담을 완화시켜 안구 운동 신호와 전정계 반사, 목 근육 반사 등을 안정화시켜 자세조절능력에 긍정적인 효과를 얻을 수 있는 광학적 처치임을 제안할 수 있다. 본 연구 결과를 바탕으로 셔드기준을 적용한 외사위의 프리즘 교정값을 처치하였을 때, 흔들림 경로길이 및 흔들림 영역을 감소시키는데 가장 효과적인 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 평균 흔들림 속도는 완전교정 조건 및 사위 전량 프리즘 교정 조건과 비교해 셔드 기준 프리즘 교정 조건에서 유의하게 감소하였고($p < 0.05$, Fig. 3), 최대 흔들림 속도는 다른 두 조건과 비교해 사위 전량 프리즘 교정 조건에서 두드러지게 증가하였다($p < 0.05$, Fig. 4). 최대 흔들림 속도의 절대값이 높게 측정되는 것은 자세 유지가 어려워 빠르게 흔들린다는 것을 의미한다.^[14] 따라서 본 연구에서 대상자들의 사위를 전량 프리즘으로 처방하

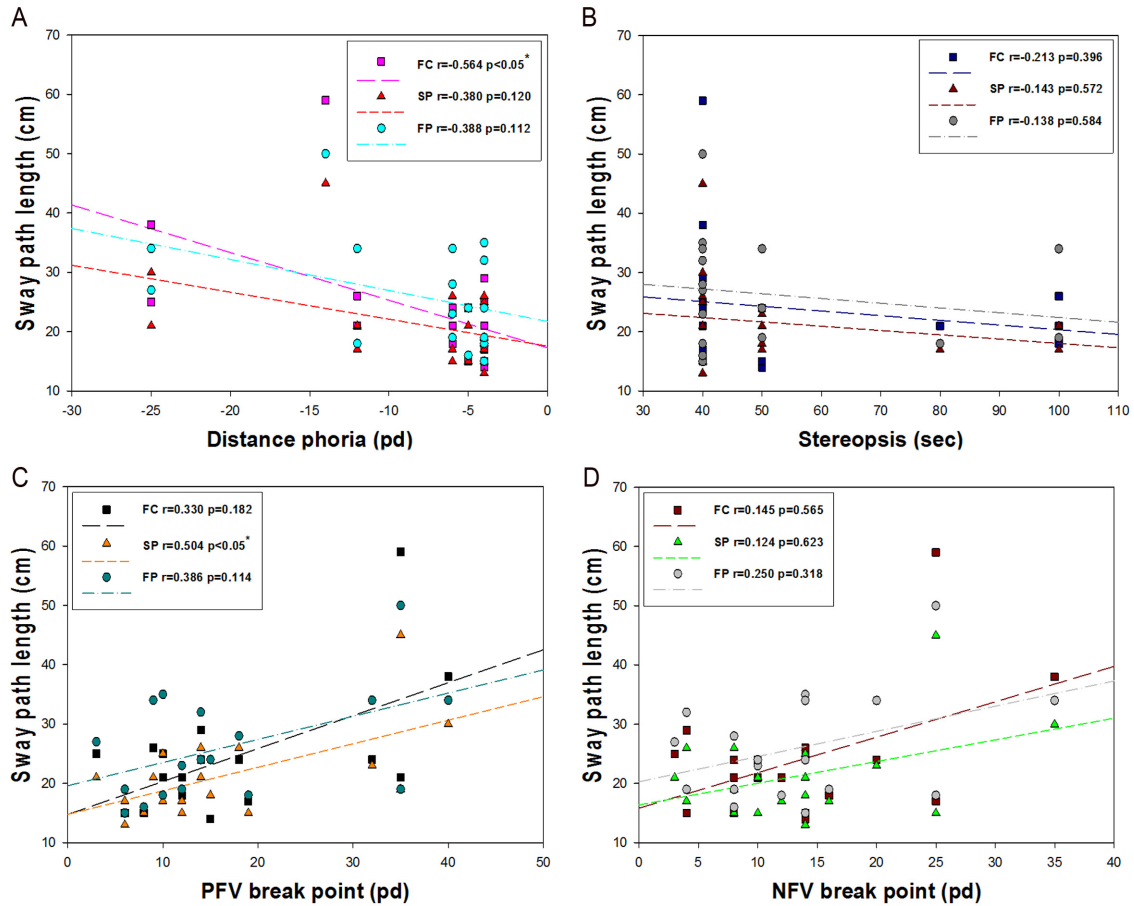


Fig. 5. Correlation analysis between binocular function factors and sway path length depending on prism corrective conditions. A. Sway path length vs. distance phoria, B. Sway path length vs. stereopsis, C. Sway path length vs. break point of positive fusional vergence, D. Sway path length vs. break point of negative fusional vergence. FC: full correction for refractive errors, SP: sheard criterion prism correction, FP: full prism correction for phoria r: Spearman's correlation coefficient

였을 때, 증가된 흔들림의 변화를 재조정하는 보상기전이 강하게 작용된 결과로 분석된다. 결국 사위의 전량 프리즘 처방은 평소 형성되어 있던 안위의 위치와 그 위치에서 제공하던 고유수용각각의 정보를 크게 변경시키고, 그로 인해 변형된 이항운동 신호는 자세 조절과 관련된 체성-고유수용각각 연결 신호를 일시적으로 방해한 것으로 사료된다.^[17]

Figure 5는 시각기능 요인과 프리즘 교정 조건 별 흔들림 경로길이 간의 상관성 분석을 실시한 결과이다. 먼저 원거리 외사위와 완전교정 조건에서 음의 상관성을 보였지만($p < 0.05 / r = -0.564$), 다른 프리즘 교정 조건들과의 상관성은 보이지 않았다. 이런 결과를 통해 교정 전 외사위가 높은 대상자일수록 신체 흔들림이 크게 발생하는 것을 알 수 있었고, 사위를 프리즘으로 교정하면서 뚜렷한 경향을 찾을 수 없게 되어 프리즘 교정의 긍정적인 효과를 재확인할 수 있었다. 그리고 양성 융합버전스량과 각 측정 조건 간의 상관성을 분석하였을 때, 셔드기준 프리즘 교정

조건과 양성융합버전스 간의 유의한 상관성을 보였다($p < 0.033 / r = 0.504$). 즉, 셔드기준 프리즘 교정을 처방한 상태에서는 양성융합버전스량이 높을수록 흔들림 경로길이가 길어지는 것으로써 저자의 예상과는 상충되는 결과였다. 높은 양성융합버전스를 가지고 있다고 해도 융합버전스의 질이 좋다고 할 수는 없으므로 융합이항운동의 질적인 성분과 흔들림 경로길이 간의 추가적인 분석이 필요할 것으로 사료된다.

요약하면, 본 연구에서 설정한 사위의 프리즘 교정 조건 중 셔드기준에 의한 최소프리즘 교정법이 신체 흔들림의 길이 및 범위, 그리고 흔들림 속도를 감소시키는데 효과적인 반면, 사위의 전량 프리즘 교정을 하였을 때에는 부정적이었다. 사위의 프리즘 교정은 시각적 불편함을 해소할 뿐만 아니라 자세유지 측면에도 긍정적인 효과를 미치는 광학적 개입이 될 수 있다. 따라서 외사위의 프리즘 처방을 고려할 때, 기존의 습관적인 이항운동신호를 크게 변형시키지 않는 최소 프리즘량을 결정하는 것이 자세안정성

을 유지하는데 중요한 요인임을 강조하는 바이다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 원거리 정상범위 이상의 외사위 대상자를 선정하는데 제한이 있어 연구 대상자 수가 부족하다. 둘째, 내사위 및 수직사위를 가진 대상자를 포함시키지 못하였다. 셋째, 프리즘 교정 후 시간 경과에 따른 프리즘 적응현상을 고려하지 못하였다. 마지막으로 주시시차로 결정한 최소프리즘 교정량과 자세안정성의 관계를 분석할 필요가 있다. 추후 연구를 통해 위 제한점을 보완하고자 한다.

결 론

원거리 외사위자 18명을 대상으로 프리즘 교정 상태에 따라 자세안정성에 미치는 영향에 대해 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 내렸다.

1. 셔드기준 프리즘 교정 조건에서 완전교정 상태 및 사위 전량 프리즘 교정 조건과 비교하여 흔들림 경로길이가 유의하게 감소하였다.

2. 흔들림 타원 영역, 평균 흔들림 속도, 최대 흔들림 속도의 평가항목에서도 셔드기준 프리즘 교정 조건이 자세안정성에 긍정적인 영향을 미쳤다.

결론적으로 사위의 프리즘 교정은 시각적 불편함을 해소할 뿐만 아니라 자세유지측면에도 긍정적인 효과를 미치는 광학적 개입이 될 수 있다.

REFERENCES

- [1] Yoon S, An H, Ahn T, et al. Performance evaluation of balance ability equipment using VR. *J Korean Soc Integr Med.* 2020;8(3):33-41. DOI: <https://doi.org/10.15268/KSIM.2020.8.3.033>
- [2] Ayres AJ. *Sensory integration and the child*, 25th Ed. Paju: koonja, 2005;64-64.
- [3] Brindle TJ, Lebedowska MK, Miller JL, et al. The influence of ankle joint movement on knee joint kinesthesia at various movement velocities. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(2):262-267. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00887.x>
- [4] Lee AR. Effect on postural stability to vestibular electric stimulation in static and dynamic conditions. MS thesis. Jeonbuk National University, Jeonju. 2010;14-14.
- [5] Zipori AB, Colpa L, Wong AMF, et al. Postural stability and visual impairment: assessing balance in children with strabismus and amblyopia. *PLoS ONE.* 2018;13(10):e0205857. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205857>
- [6] Fox CR. Some visual influences on human postural equilibrium: binocular versus monocular fixation. *Percept Psychophys.* 1990;47(5):409-422. DOI: <https://doi.org/10.3758/bf03208174>
- [7] Bronstein AM. Visual vertigo syndrome: clinical and posturography findings. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1995; 59(5):472-476. DOI: <https://doi.org/10.1136/jnnp.59.5.472>
- [8] Anoh-Tanon MJ, Bremond-Gignac D, Wiener-Vacher SR. Vertigo is an underestimated symptom of ocular disorders: dizzy children do not always need MRI. *Pediatr Neurol.* 2000;23(1):49-53. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0887-8994\(00\)00140-5](https://doi.org/10.1016/s0887-8994(00)00140-5)
- [9] Korean Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. *Current Concepts in Strabismus*, 4th Ed. Goyang: naewaehaksool, 2018;180-180.
- [10] Kim SY, Cho HG, Moon BY, et al. Fusional single vision with prism-induced vergence has more influence than diplopia on postural stability. *Optom Vis Sci.* 2020;97(3): 218-226. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001483>
- [11] Richmond SB, Dames KD, Goble DJ, et al. Leveling the playing field: evaluation of a portable instrument for quantifying balance performance. *J Biomech.* 2018;75: 102-107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.05.008>
- [12] Goble DJ, Brar H, Brown EC, et al. Normative data for the balance tracking system modified clinical test of sensory integration and balance protocol. *Med Devices Evid Res.* 2019;12:183-191. DOI: <https://doi.org/10.2147/MDER.S206530>
- [13] Low DC, Walsh GS, Arkesteijn M. Effectiveness of exercise interventions to improve postural control in older adults: a systematic review and meta-analyses of centre of pressure measurements. *Sports Med.* 2017;47(1):101-112. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0559-0>
- [14] Hewson DJ, Singh NK, Snoussi H, et al. Classification of elderly as fallers and non-fallers using centre of pressure velocity. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2010;2010:3678-3681. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5627649>
- [15] García-Muñoz Á, Carbonell-Bonete S, Cacho-Martínez P. Symptomatology associated with accommodative and binocular vision anomalies. *J Optom.* 2014;7(4):178-192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.optom.2014.06.005>
- [16] Cigada MV, Albisetti W, Simonetta W, et al. Posture and visual system: the role of phoria. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49(13):753.
- [17] Matheron E, Kapoula Z. Vertical phoria and postural control in upright stance in healthy young subjects. *Clin Neurophysiol.* 2008;119(10):2314-2320. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.06.016>

외사위의 프리즘 교정에 따른 자세 안정성의 변화

황명기¹, 문병연², 유동식², 조현국², 김상엽^{2,*}

¹강원대학교 일반대학원 보건의료과학과, 학생, 삼척 25949

²강원대학교 안경광학과, 교수, 삼척 25949

투고일(2023년 11월 30일), 수정일(2023년 12월 12일), 게재확정일(2023년 12월 14일)

목적: 본 연구에서는 외사위의 프리즘 교정 기준에 따른 자세 안정성의 변화를 분석하고자 하였다. **방법:** 평균 9.19 ± 5.88 △의 원거리 외사위를 가진 18명(남자 8명, 여자 10명)을 대상으로 하였다. BTracks™ Assess Balance System을 이용하여 프리즘 교정 조건(셔드기준 프리즘 교정조건, 사위 전량 프리즘 교정 조건)에 따른 자세 안정성 요소(흔들림 경로길이, 흔들림 타원 영역, 그리고 흔들림 속도)의 변화를 완전교정상태와 비교 분석하였다. **결과:** 흔들림 경로길이는 완전교정 조건 및 사위의 전량 교정 조건과 비교해 셔드기준 프리즘 교정 조건에서 현저하게 감소하였고($p < 0.05$), 흔들림 타원 영역은 완전교정 조건과 비교해 셔드기준 프리즘 처방 조건에서 뚜렷하게 감소하였다($p < 0.05$). 흔들림 속도는 완전교정 조건 및 사위 전량 프리즘 교정 조건과 비교해 셔드기준 프리즘 교정 조건에서 평균 흔들림 속도가 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). **결론:** 사위의 프리즘 교정은 시각적 불편함을 해소할 뿐만 아니라 자세조절능력에도 긍정적인 효과를 이끄는 광학적 개입이 될 수 있다.

주제어: 외사위, 자세 안정성, 프리즘 교정, 셔드기준