



The Influence of Binocular Single Vision Intervened Fusional Vergence and Diplopia on The Risk of Falling

Sang-Yeob Kim*, Kwang-Keun Oh, Hyeong-Su Kim, Dong Hoan Kim¹,
Byeong-Yeon Moon, Dong-Sik Yu, and Hyun Gug Cho

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

¹Dept. of Physical Therapy, Gangneung Yeongdong University, Gangneung, 25521, Korea

(Received October 23, 2017; Revised November 13, 2017; Accepted November 16, 2017)

Purpose: This study was performed to investigate the influence of visual conditions such as binocular single vision intervened fusional vergence and diplopia on the risk of falls in static posture. **Methods:** Forty-two subjects of average age 23.40±2.70 years were participated in this study. In order to induce binocular single vision with fusional convergence (FC) and fusional divergence (FD), BI·BO prism lenses of 4Δ and 8Δ were added, respectively, and to induce vertical vergence (VV), OD·BU 1Δ/OS·BD 1Δ was added in a trial frame fully corrected subject's refractive error. We detected the minimum amount of prism that diplopia was occurred in each subject and applied for inducing diplopia in each direction of vergence. Using the TETRAX biofeedback system, the fall risk index (FI) was measured at each test condition and compared with that without prism effect. Also, the difference of FI depending on the amount of break-point in horizontal vergence was investigated. **Results:** FI was increased significantly when involved FC and VV for maintaining binocular single vision, but, FI decreased to the state without prism effect while diplopia is occurred. FI showed a higher tendency in the group with low BO break point. **Conclusions:** Even if binocular single vision was maintained, the visual state intervened FC and VV was analyzed as a factor that more increasing the risk of falling than the diplopia state.

Key words: Fusional vergence, Vertical vergence, Binocular single vision, Diplopia, Fall risk index

서 론

낙상은 지면, 바닥 또는 낮은 곳으로 예기치 않게 넘어지는 것으로 정의할 수 있다.^[1] 최근 보건복지부 자료에 따르면, 우리나라 노인의 25.1%가 지난 1년간 낙상을 경험한 것으로 조사되어,^[2] 낙상은 노인의 건강을 위협하는 주요 위험요인 중 하나로 인식되고 있다. 또한 자신감 저하, 우울증 및 낙상 두려움 등과 같은 심리적 문제를 불러 일으키며,^[3] 이러한 심리적 문제로 인해 신체 활동은 감소되고, 줄어든 활동으로 인한 약화된 신체는 낙상사고의 재발률을 높이는 악순환으로 작용한다.^[4]

낙상의 위험요인으로는 연령증가, 보행 및 균형능력 저하, 인지기능 감소, 심혈관질환 및 치매 등으로 다양하지만,^[5] 시각적 문제 또한 낙상의 위험을 증가시키는 주요원인으로 대두되고 있다. 시각상태와 낙상위험에 관한 이전 연구를 살펴보면, Langley와 Mackintosh^[6]는 저시력자의 빈번한 낙상사고를 공간인지 및 사물인식능력의 저하가

균형유지능력을 감소시킨 결과로 설명하였고, De Boer 등^[7]의 연구에서는 대비감도의 저하를, Nevitt 등^[8]은 불량한 입체시를 낙상의 위험을 증가시키는 요인으로 각각 보고 하였다. 저자들은 이전연구에서 미교정된 근시와 원시성 굴절이상의 정도가 클수록 신체안정성을 더욱 감소시키고, 낙상의 위험은 미교정된 원시가 존재할 때 더욱 민감한 것으로 보고한 바 있다. 이를 통해 굴절이상의 존재도 정적자세의 전반적인 균형능력의 안정성을 떨어뜨려 낙상의 위험을 증가시키는 요인임을 알 수 있었다.^[9,10] 또한, Glasauer 등^[11]은 주시가 고정된 상태보다 추종안구운동이 발생할 때 신체흔들림이 증가되는 것을 발견했고, Kim 등^[12]의 연구에서는 추종안구운동의 속도가 증가함에 따라 신체불안정성도 비례적으로 높아지는 것을 밝혀냈다.

따라서 본 연구에서는 복시와 같은 부적절한 시각상태나 양안단일시가 유지되더라도 이항운동의 자극이 개입된 시각상태가 낙상위험에 영향을 미치는 요인으로 작용하는지 조사해보고자 하였다.

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

대상 및 방법

대상

본 연구의 취지에 동의한 평균 연령 23.79±2.81세의 42명(남 28, 여 14)을 대상으로 측정·평가하였고, 실험대상자의 등가구면굴절력은 평균 -3.62±2.74 D이었다. 문진을 통해 빈번한 낙상경험이나 신체균형과 관련 있는 신경근육이나 근골격질환, 전신질환, 그리고 안질환 및 이와 관련된 약물복용 경험이 없음을 확인하였다. 단안교정시력이 1.0이하, 시기능 검사를 통해 안위상태 및 융합력 등이 정상 평균기댓값^[13]을 벗어나는 경우, 그리고 복시와 같은 비사시성 양안시 이상과 관련된 자각증상을 경험했던 경우 대상에서 제외하였다.

방법

1. 측정장비 및 평가항목

낙상의 위험도를 평가하기 위해 TETRAX the biofeedback system(Tetrax Portable Multiple System, Tetrax Ltd, Ranmat Gan, Israel)을 사용하였다(Fig. 1). 사용된 측정장비는 A(오른발 뒤꿈치), B(오른발 앞꿈치), C(왼발 뒤꿈치), D(왼발 앞꿈치)로 표시되어 있는 4개의 지면반력 감지장치를 통해 정적자세에서의 신체흔들림 영역, 길이, 속도 등의 분석을 통해 낙상지수(fall risk index; FI)값을 측정한다.^[14] FI는 미끄러지거나 위에서 아래로 떨어지는 등의 급격한 체위 이동으로 인해 신체에 상해를 입는 낙상의 위



Fig. 1. Equipment for measuring parameters of postural control (The TETRAX biofeedback system).

험정도를 나타내며, 낮은 위험도(0~35), 중등도(36~57), 높은 위험도(58~100)의 세 등급으로 분류된다.^[15]

2. 측정방법

대상자의 완전교정굴절력은 수동포롭터(Ultramatic RX Master, Reichert, USA)를 이용한 자각적 굴절검사를 통해 검출하였고, 수정된 토링톤법(modified thorington method)으로 원거리 안위상태를 확인하였다. 그리고 최대한의 이향운동량을 발휘한 상태에서도 양안단일시를 유지할 수 없는 한계 지점인 분리점(break-point)값을 포롭터 내 로타리 프리즘을 이용하여 각 이향운동방향에 따라 측정하였다. FI 측정 전, 대상자마다 다른 동공간거리에 따른 프리즘 영향을 제거하기 위해 단안 PD를 설정할 수 있는 시험테(Trial Frame TF-3, Topcon, Japan)를 사용하여 완전교정굴절력값을 장입하였고, 조절개입을 최소화하기 위해 6 m 전방에 위치시킨 LCD 시력표의 점광원을 주시타깃으로 하였다. 원거리 주시상태에서 수평·수직 방향의 이향운동이 개입된 양안단일시 및 복시상태를 유발시키기 위해 완전교정굴절력값 앞에 프리즘렌즈를 덧대었다. 먼저 수평 이향운동방향에서 융합성개산(fusional divergence)이 개입된 양안단일시를 유발하기 위해 BI 4Δ과 8Δ, 융합성폭주(fusional convergence)가 개입된 양안단일시를 유발하기 위해 BO 4Δ과 8Δ를 각각 사용하였고, 전체 프리즘굴절력은 각 눈에 반으로 나누어 장입하였다. 또한 수직이향운동(vertical vergence)이 개입된 양안단일시를 위해 총 2Δ의 굴절력을 모든 대상자의 오른쪽 눈에 BU 1Δ, 왼쪽 눈에 BD 1Δ으로 각각 나누어 장입하였다. 복시상태를 유발하기 위해서는 앞서 측정한 이향운동량의 분리점을 참고하여 대상자마다 각 기저방향에서 복시가 발생하는 최소 프리즘을 검출한 후 적용하였다(Table 1). FI의 측정을 위해 우선 대상자에게 완전교정굴절력이 장입된 시험테를 착용시키고, TETRAX 측정장비의 지면반력장치 위에 올라서도록 하였다. 4개의 지면반력장치 위에 양발을 정확하게 정렬시키고 해부학적 자세(팔을 늘어뜨리고 양 손바닥을 앞으로 향한 채 똑바로 서있는 자세)를 취하게 한 뒤, 정

Table 1. Break point of vergence of subjects participating in the study

Break point of vergence	Means±SD (Δ)	Min. (Δ)	Max. (Δ)
BI	10.43±1.43	9	14
BO	17.52±7.26	10	36
BD (OD-supra)	3.17±0.49	3	5
BU (OD-inpra)	3.38±0.73	3	6

(n=42)

적자세로 10초간 유지시킨 후 측정 매뉴얼에 따라 32초간 측정을 실시하였다. 그런 다음, BU/BD, BI, 그리고 BO 프리즘에 의한 양안단일시 유지 및 복시상태에서 각각 반복 측정 후 완전교정상태에서 측정된 값과 비교하였다. 동일한 프리즘 기저방향에서의 측정은 무작위 순서로 실시하였고, 프리즘렌즈의 기저방향이 바뀔 때마다 각 5분, 부가되는 프리즘렌즈의 굴절력이 바뀔 때 마다 각 1분의 휴식시간을 제공하였다.

3. 분석

데이터 분석은 IBM SPSS Statistics 23 프로그램을 이용하여 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)과 독립표본 t-검정(independent two-sample t-test)을 실시하였고, $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 수평 및 수직프리즘에 의해 유발된 각 시각상태에서 낙상지수(FI)값의 변화

Fig. 2는 수평프리즘에 의한 수평융합이향운동이 개입된 양안단일시와 복시상태에서 FI값의 변화를 나타낸 것이다. BI 프리즘의 영향에 의한 각 시각상태에서는 FI값의 현저한 차이가 없었지만($p > 0.05$), BO 4Δ과 8Δ에 의해 양안단일시를 유지시키기 위한 융합성폭주의 개입정도가 증가할수록 FI값도 현저하게 증가하였다가 복시상태에서는 오히려 프리즘 영향이 없었던 상태로 감소되었다($p < 0.05$). 마찬가지로 Fig. 3에서 양안단일시를 유지하기 위해 2Δ의

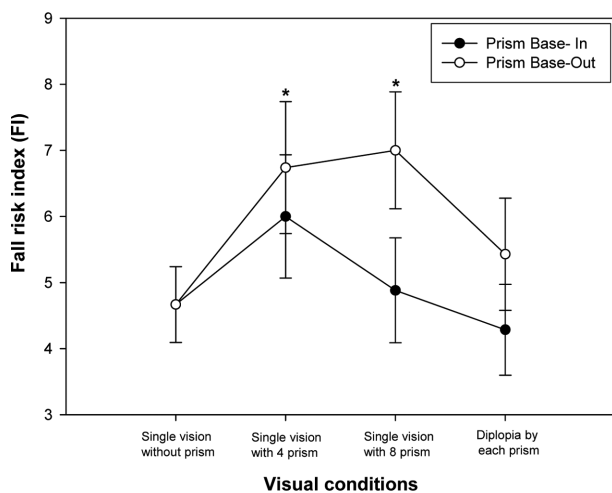


Fig. 2. The changes of fall risk index according to visual condition induced by horizontal prism. * $p < 0.05$: significantly different from single vision without prism according to repeated measures ANOVA $n = 42$ (for each condition)

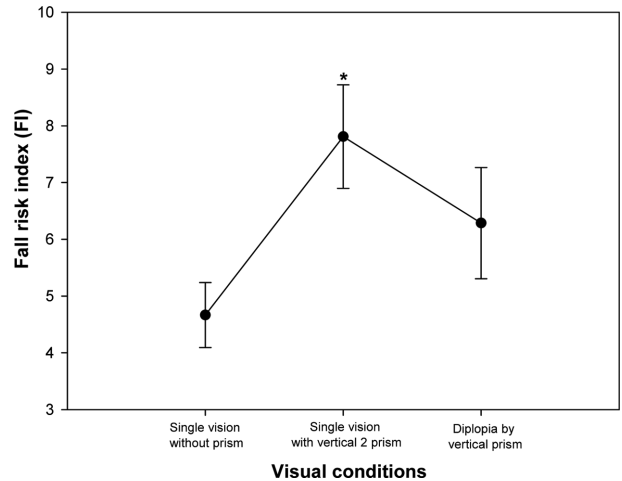


Fig. 3. The changes of fall risk index according to visual condition induced by vertical prism. * $p < 0.05$: significantly different from single vision without prism according to repeated measures ANOVA $n = 42$ (for each condition)

수직융합이향운동이 개입될 때 FI값은 현저하게 증가하였다가 복시상태에서는 프리즘영향이 없었던 상태로 다시 감소되었다($p < 0.05$).

정상적인 자세조절은 감각신경계(시각계, 전정계, 고유수용감각계)와 운동신경계의 복잡한 상호 조화에 의해 완성된다.^[16] 외안근 고유수용감각 신호(extra-ocular proprioceptive cues)는 공간과 신체간의 위치과악 뿐만 아니라 몸 전체의 자세를 조절하는데 필수적이고,^[17,18] 융합성 이향운동의 신호 또한 고유수용감각의 정보를 포함하고 있어 정적자세 조절에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.^[19] Roll 등^[18]은 외안근의 진동만으로도 자극된 근육에 따라 두드러진 신체 흔들림을 이끌어내며, 특히 수직방향운동을 담당하는 작용근을 자극시키면 앞-뒤 방향으로 신체기울임을 유발하였다고 보고하였다. 본 연구에서 이미 정상적인 이향운동시스템이 형성되어 있는 대상자에게 양안단일시를 위해 발생한 변형된 이향운동신호는 자세 조절과 관련된 체성-고유수용감각 루프(somatosensory-proprioceptive loops)를 일시적으로 교란시켜 신체 흔들림을 유발하고,^[20] 이런 결과로 낙상의 위험도 증가시킨 것으로 판단된다. 하지만 본 연구결과에서 BI 프리즘에 의한 융합성개선이 개입되더라도 FI값의 의미 있는 변화는 찾아볼 수 없었다. Kapoula와 Le^[19]의 연구에 따르면, 실제로 개산운동보다 폭주운동이 발생할 때 ERP(event-related potential) 활성정도는 더욱 강하게 생성된다고 설명하였다. 결국 수평방향에서는 동일한 양의 융합성 이향운동이 요구되더라도 신경자극에 대한 활성정도가 약한 융합성개선이 발생될 때에는 자세조절을 위한 피드백 루프의 교란에 미치는 영향은 상대적으로 미미한 것으로 추측된다.

Bronstein^[21]은 사시안에서 나타나는 안구정렬이상 및 복시로 인해 변경된 안구운동 고유수용감각 신호(oculomotor proprioceptive signal)는 자세안정성을 감소시키는 원인이 될 수 있다고 하였다. 정상 안위를 가진 대상자로 한 본 연구에서 BO과 BU/BD 프리즘을 이용해 원거리 수평 및 수직복시를 유발하였을 때 낙상지수는 오히려 프리즘 영향이 없는 상태로 감소되어, 복시와 같은 부적절한 시각정보는 낙상의 위험을 크게 증가시킬 것으로 예상했던 저자들의 예상과는 상반된 결과를 보였다. Bronstein과 Buckwell^[22]은 자세조절에 있어 정상적인 양안시에 의한 시각정보는 동적 상태에서 더욱 의존된다고 하였고, Isotalo 등^[23]은 프리즘 영향에 의한 정적자세조절의 방해는 근육의 긴장에 미치는 영향 때문으로 설명하였다. 따라서 본 연구에서 복시를 유발하여 양안단일시가 파괴되는 순간, 기존에 개입되었던 융합성 이향운동도 더 이상 요구되지 않게 됨에 따라 과도한 외안근의 긴장에 의한 자세조절기전의 교란도 자연적으로 제거된 결과로 생각된다. 더불어 정상적인 안위와 외안근 고유수용감각을 가진 대상자에서 복시와 같은 수용할 수 없는 비정상적인 시각정보가 일시적으로 발생하더라도 자세 안정성을 유지하는 다른 감각정보(특히, 전정-소뇌로 정보; vestibulo-cerebellar input)가 강화되는 보상기전이 작동된 것^[24]도 가능한 원인으로 판단된다.

2. 수평이향운동량의 크기에 따른 낙상지수(FI)값의 차이

Fig. 4와 5에서는 Scheiman과 Wick의 선행문헌^[13]에 제시된 이향운동량의 평균기댓값들을 참고하여 원거리 융합성개산력의 분리점을 10Δ, 융합성폭주력의 경우 20Δ를 기준으로 구분하여 FI값의 차이를 보이는지 알아보았다. 연구결과, 수평이향운동량에 따른 FI값의 변화는 융합성폭주 및 개산 모두에서 현저한 차이를 보이지 않았다

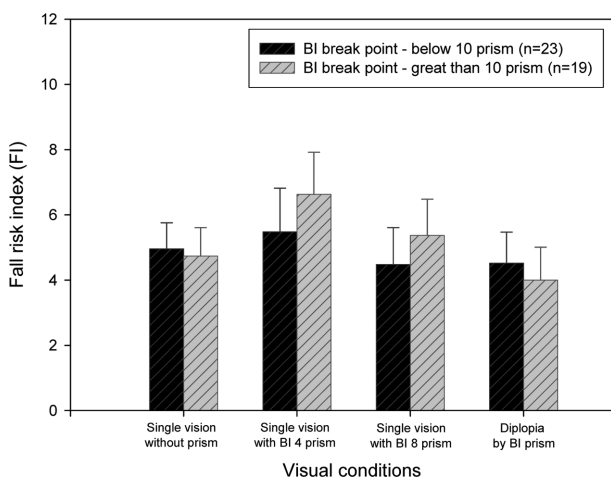


Fig. 4. Comparison of fall risk index depending on break point amplitude of fusional vergence measured by BI prism.

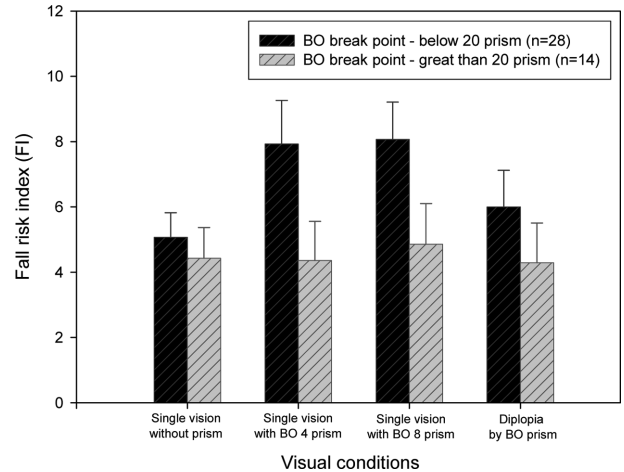


Fig. 5. Comparison of fall risk index depending on break point amplitude of fusional vergence measured by BO prism.

($p>0.05$). 하지만 융합성폭주의 경우, 분리점이 20Δ 이하인 대상자가 모든 검사조건에서 낙상의 위험이 높은 경향을 보이고 있으며, 특히 BO 4Δ과 8Δ에 의해 융합성폭주력이 소진될 때 그 경향은 더욱 뚜렷하였다.

이향운동신호의 질이 떨어지면 내부 고유 감각 피드백 기전이 불량해져 자세조절을 방해하는 것으로 알려져 있다.^[25] 이러한 경우 시각정보 외 자세안정성을 조절하는 다른 관련감각기관(전정, 체성정보/소뇌정보처리)에서의 보상기전 또한 불완전해지게 된다.^[25] Anoh-Tanon 등^[26]은 이향운동량의 결핍은 주시 안정성을 저하시키는 원인으로 작용하여 어지러움과 더불어 자세 불균형을 야기 시킨다고 하였다. 앞서 설명했듯이 개산과 비교해 폭주에 관여하는 세포수가 훨씬 많을 뿐만 아니라,^[27] 신경적 활성정도도 폭주 자극 시 월등히 높기 때문에 이향운동량에 따른 경향 또한 융합성폭주가 개입될 때 더욱 뚜렷하게 나타난 것으로 추측된다. 정상적인 융합능력을 발휘하는 대상자로 한 본 연구결과에서 통계적인 뒷받침은 불충분하나, 이러한 경향성을 통해 개개인의 융합성폭주의 분리점 측정 은 자세조절능력의 질적 수준을 평가하는 간접적인 척도로 사용될 수 있는 가능성을 예측해볼 수 있다. 하지만 이러한 연구결과는 원거리와 정적균형 상태에서 국한된다는 제한점이 있으므로 추후 폭주부족 및 융합버전스 기능이상과 같은 비사시성 양안시 이상자와 상대적으로 폭주능력이 감소되는 노령층 등 다양한 실험대상군과 동적자세 상태에서의 추가적인 분석이 필요할 것으로 생각된다.

정리하면, 정상적인 양안단일시가 발휘되더라도 융합성폭주와 수직이향운동이 개입될 때, 복시와 같은 비정상적인 시각상태에서보다 낙상지수는 더욱 증가되었다. 본 연구를 통해 정적자세에서 낙상의 위험은 양안시가 파괴된 시각상태에서보다 양안단일시를 유지하려는 이향운동자

극에 따른 외안근의 부담이 발생될 때 더욱 부정적인 영향을 미치는 요인으로 분석되었다. 반면, 각 이항운동방향에서 융합이 파괴된 복시상태에서는 오히려 낙상위험이 감소하였는데 이런 원인은 부적절한 시각정보의 입력이 균형을 담당하는 다른 감각기관의 보상작용을 강화시킨 결과로 추측되었다.

낙상사고는 국민의 건강을 위협하여 삶의 질을 저하시키고, 의료비 증가에 따른 막대한 사회경제적 비용도 발생시킬 수 있으므로 다양한 전문분야에서 낙상예방을 위한 다각적인 노력이 요구되는 실정이다. 따라서 불필요한 수직 및 융합성폭주를 유발시키는 조제가공과정 중의 오류는 반드시 피해야 하며, 수직사위를 교정하면 자세안정성을 향상시킬 수 있다는 점을 고려하여,^[20] 문진을 통한 선택적인 프리즘처방은 안경광학 영역에서 낙상사고예방에 기여할 수 있는 유용한 접근법으로 사료된다.

결 론

본 연구에서는 양안단일시를 유지하기 위한 융합성 이항운동이 발생되거나 양안단일시가 파괴된 복시와 같은 시각상태가 정적자세에서 낙상위험을 증가시키는 요인으로 작용하는지 알아보았다. 융합성폭주와 수직이항운동의 개입으로 양안단일시가 유지되더라도 낙상지수는 프리즘 영향이 없는 상태와 비교해 현저한 증가를 보였다. 결론적으로 낙상위험의 영향은 양안시가 파괴된 시각상태에서보다 양안단일시를 유지하려는 이항운동이 자극되면서 발생하는 외안근의 부담이 안정적인 자세조절을 더욱 방해하여 낙상위험을 증가시키는 요인으로 분석되었다. 그러므로 임상안광학 영역에서는 사위를 유발시키지 않는 정확한 조제가공과 융합성 이항운동의 부담을 줄여주는 선택적인 프리즘처방을 통해 낙상사고를 예방하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

2017년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 연구하였음.

REFERENCES

- [1] Lamb SE, Jørstad-stein EC, Hauer K, Becker C. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the prevention of falls network europe consensus. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(9):1618-1622.
- [2] MOHW(Ministry of Health and Welfare, Korea). Information: survey of older people in 2014, 2015. [http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=032901&CONT_SEQ=337302&page=1\(8 April 2015\).](http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=032901&CONT_SEQ=337302&page=1(8 April 2015).)
- [3] Tinetti ME. Clinical practice. Preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med.* 2003;348(1):42-49.
- [4] Cumming RG, Salkeld G, Thomas M, Szonyi G. Prospective study of the impact of fear of falling on activities of daily living, SF-36 scores, and nursing home admission. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(5):M299-M305.
- [5] Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM. Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. *Maturitas.* 2013;75(1):51-61.
- [6] Langley FA, Mackintosh SF. Functional balance assessment of older community dwelling adults: a systematic review of the literature. *Internet J Allied Health Sci Pract.* 2007;5(4):1-11.
- [7] De Boer MR, Pluijm SM, Lips P, Moll AC, Völker-Dieben HJ, Deeg DJ et al. Different aspects of visual impairment as risk factors for falls and fractures in older men and women. *J Bone Miner Res.* 2004;19(9):1539-47.
- [8] Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study. *JAMA* 1989;261(18):2663-2668.
- [9] Kim SY, Moon BY, Cho HG. Changes of body balance on static posture according to types of induced ametropia. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(2):239-246.
- [10] Kim SY, Moon BY, Cho HG. Body balance under ametropic conditions induced by spherical lenses in an upright position. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(3):615-618.
- [11] Glasauer S, Schneider E, Jahn K, Strupp M, Brandt T. How the eyes move the body. *Neurology.* 2005;65(8):1291-1293.
- [12] Kim SY, Moon BY, Cho HG. Smooth-pursuit eye movements without head movement disrupt the static body balance. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(4):1335-1338.
- [13] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders, 4th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014;8.
- [14] Park CS, Kang KY. Effect of visual biofeedback simulation training for balance in patients with incomplete spinal cord injury. *J of Korea Contents Association.* 2011; 11(11):194-203.
- [15] Chang KY, Woo HS. Influence of fall-preventive occupational therapy applied to elderly in the community upon balance ability. *J of Korea Contents Association.* 2010; 10(3):232-240.
- [16] Chang WH. Common disorders causing balance problems. *Brain Neurorehabil.* 2013;6(2):54-57.
- [17] Ivanenko YP, Grasso R, Lacquaniti F. Neck muscle vibration makes walking humans accelerate in the direction of gaze. *J Physiol.* 2000;525(Pt 3):803-814.
- [18] Roll JP, Vedel JP, Roll R. Eye, head and skeletal muscle spindle feedback in the elaboration of body references.

- Prog Brain Res. 1989;80:113-123.
- [19] Kapoula Z, Lê TT. Effects of distance and gaze position on postural stability in young and old subjects. *Exp Brain Res.* 2006;173(3):438-445.
- [20] Matheron E, Kapoula Z. Vertical phoria and postural control in upright stance in healthy young subjects. *Clinical Neurophysiol.* 2008;119(10):2314-2320.
- [21] Bronstein AM. Visual vertigo syndrome: clinical and posturography findings. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1995; 59(5):472-476.
- [22] Bronstein AM, Buckwell D. Automatic control of postural sway by visual motion parallax. *Exp Brain Res.* 1997;113(2):243-248.
- [23] Isotalo E, Kapoula Z, Feret PH, Gauchon K, Zamfirescu F, Gagey PM. Monocular versus binocular vision in postural control. *Auris Nasus Larynx.* 2004;31(1):11-17.
- [24] Matsuo T, Yamasaki H, Yasuhara H, Hasebe K. Postural stability changes during large vertical diplopia induced by prism wear in normal subjects. *Acta Med Okayama.* 2013;67(3):177-183.
- [25] Bucci MP, Lê TT, Wiener-Vacher S, Brémond-Gignac D, Bouet A, Kapoula Z. Poor postural stability in children with vertigo and vergence abnormalities. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50(10):4678-4684.
- [26] 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.* 2002;23(1):49-53.
- [27] Benjamin WJ. *Borish's Clinical Refraction*, 2nd Ed. St. Louis: Butterworth-Heinemann, 2006;165-191.

융합이향운동이 개입된 양안단일시 및 복시상태가 낙상위험에 미치는 영향

김상엽*, 오광근, 김형수, 김동환¹, 문병연, 유동식, 조현국

강원대학교 안경광학과, 삼척 25949

¹강릉영동대학교 물리치료과, 강릉 25521

투고일(2017년 10월 23일), 수정일(2017년 11월 13일), 게재확정일(2017년 11월 16일)

목적: 융합이향운동이 개입된 양안단일시 및 복시와 같은 시각상태가 정적자세에서 낙상의 위험에 미치는 영향을 알아보았다. **방법:** 평균나이 23.79±2.81세의 42명을 대상으로 하였다. 융합성폭주 및 융합성개산이 개입된 양안단일시 상태를 유발하기 위해 완전교정상태에서 4Δ과 8Δ의 BO-BI 프리즘을 각각 부가하였고, 수직이향운동을 유발하기 위해 우안-BU 1Δ/좌안-BD 1Δ을 부가하였다. 각 이향운동방향에서의 복시유발을 위해 대상자마다 복시가 발생하는 최소 프리즘양을 부가하였다. TETRAX biofeedback system을 이용하여 각 검사조건에서 낙상지수를 측정 한 후 프리즘 영향이 없는 상태와 비교분석하였고, 수평이향운동량의 분리점의 양에 따른 차이도 알아보았다. **결과:** 양안단일시를 유지하기 위해 융합성폭주와 수직융합이향운동이 개입될 때 낙상지수는 현저하게 증가하였고, 복시상태에서는 프리즘의 영향이 없었던 상태로 감소하였다. BO 분리점의 양이 적은 그룹에서 낙상지수는 더 높은 경향을 보였다. **결론:** 양안단일시가 유지되더라도 융합성폭주와 수직이향운동이 개입된 시각상태가 복시상태보다 낙상의 위험을 더욱 증가시키는 요인으로 분석되었다.

주제어: 융합이향운동, 수직이향운동, 양안단일시, 복시, 낙상지수