ISSN(print) 1226-5012
J Korean Ophthalmic Opt Soc. 29(3):131-137, September 2024
http://dx.doi.org/10.14479/jkoos.2024.29.3.131

# Effects of Induced Anisometropia on Gait Patterns

Jae Hyeok Choi[1,a], Byeong-Yeon Moon[2,b], Dong-Sik Yu[2,c], Hyun Gug Cho[2,d], Jae-Hyeon Noh[2,e], and Sang-Yeob Kim[2,f,*]

[1]Dept. of Medical Health Science, Graduate School, Kangwon National University, Student, Samcheok 25949, Korea
[2]Dept. of Optometry, Kangwon National University, Professor, Samcheok 25949, Korea
(Received September 02, 2024: Revised September 19, 2024: Accepted September 20, 2024)

**Purpose:** To investigate the effects of induced anisometropia on gait patterns during walking. **Methods:** 40 subjects (mean age: 22.23±1.99 years) participated. Myopic and hyperopic anisometropia were induced using spherical lenses (±1.00 D, ±2.00 D, and ±3.00 D) on dominant and non-dominant eyes. Gait patterns (step length, cadence) were analyzed while participants walked on a treadmill at 4 km/h. For each condition, participants walked for 10 s, followed by a 10-s gait measurement. **Results:** Compared with the MPMVA condition, the step length was significantly shortened from ±1.00 D when anisometropia was induced in the dominant eye and from ±2.00 D for the non-dominant eye. The cadence significantly increased from ±1.00 D anisometropia in the dominant eye only. Correlation analysis indicated that shorter step lengths were associated with higher cadence across all the induced anisometropia conditions. This relationship was stronger when visual changes occurred in the dominant eye, indicating its greater influence on gait patterns. **Conclusions:** Induced myopic and hyperopic anisometropia acted as optical factors that caused changes in gait patterns during walking. These changes were particularly evident when anisometropia was induced in the dominant eye.

**Key words**: Anisometropia, Dominant eye, Stereoacuity, Step length, Cadence

## 서 론

보행은 환경인자와 신체 이동이 합쳐진 것으로 시각계, 전정계 그리고 고유감각계의 정보들이 통합되어 운동계로 출력되는 복잡한 과정이다.[1] 시각은 보행 환경에서 신체의 방향을 조정하고 균형을 유지하며, 다리의 궤적 및 발 위치를 예측하고 결정하는 데 중요한 역할을 한다.[2,3] 특히, 장애물 보행에서는 이동 경로 중 위험을 피하기 위한 발 배치를 정확하게 제어하기 위해 이동 경로 전방 4~6 m 지점에 시선을 고정하며 시각 정보를 수집한다.[4]

일반적으로 대비감도, 시야, 입체시 등과 같은 시각 기능은 보행 및 낙상 위험에 중요한 요소가 된다.[5] 예를 들어 대비감도 능력은 문턱을 넘거나 계단을 올라갈 때 가장자리를 감지하는데 쓰이며, 주변 시야는 보행 중 물체와의 거리에 대한 정보, 즉 환경의 움직임과 위험에 대한 정보를 파악한다. 입체시 능력은 계단 보행 시 계단의 높이를 감지하는 데 필수적이다.[6] 정밀한 입체감 형성에는 눈의 굴절 이상 여부, 안위 상태, 억제의 유무, 망막의 시신경 상태 등과 연관된다. 그 중에서도 좌우안의 시력이 다른 시력 부등시(anisopia)나 좌우안의 교정 렌즈 굴절력이 서로 다른 굴절 부등시(anisometropia)는 입체시를 쉽게 감소시킨다. 구면렌즈를 사용한 실험적 연구에서 원시성보다 근시성 부등시를 유발할 때 입체시는 더욱 저하됨을 알 수 있다.[7-9] Elliott 등[10]의 연구에서 모의 백내장 안경을 착용할 경우, 장애물에 부딪히는 횟수가 증가하고 경로 이탈이 자주 발생하는 것을 보여준다. Figueiro 등[11]도 선천적 저시력자는 정상적인 보행에 대해 학습하지 못하여 불안정한 보행을 보이고 안정성도 크게 감소된다고 하였다. 이처럼 시각결함이나 시기능이상이 존재할 경우, 이동 경로에 대한 시각적 환경 정보를 제대로 인식하지 못해 불완전한 보행과 더불어 낙상사고로 이어질 수 있다. 이는 원활한 보행을 위해 정상적인 시각 상태는 필수적인 기본 조건이라는 것을 보여준다.

본 연구진의 이전 연구[12]에서 양안에 ±1.00 D~±3.00 D 구면렌즈를 사용하여 근시성 및 원시성 굴절이상을 유발했을 때, 기존의 보행 패턴과의 차이가 발생함을 보고하였

본 논문의 일부내용은 최재혁의 석사학위 논문에서 발췌하였음

*Corresponding author: Sang-Yeob Kim, TEL: +82-33-540-3413, E-mail: syk@kangwon.ac.kr
Authors ORCID: [a]https://orcid.org/0009-0000-5941-5479, [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/0000-0003-2384-9536, [f]https://orcid.org/0000-0001-6806-3305

다. 근시성 및 원시성 굴절이상이 유발되면, 기존의 보행 패턴과 비교해 보폭 길이는 짧아지고 분속수는 증가하는 적응 기전이 나타나는 것을 확인하였다. 또한 원시성 굴절이상을 유발하였을 때에는 감소된 조절력이 보행 패턴의 변화에 영향을 미치는 것으로 보고한 바 있다. 하지만 이전 연구에서 보행에 영향을 줄 수 있는 부등시에 관한 분석을 추후 연구로 남겨둔 제한점이 있었다. 이에 본 연구에서는 ±1.00 D, ±1.00 D 그리고 ±3.00 D 구면렌즈를 사용해 대상자의 우위안과 비우위안을 기준으로 각각 근시성 및 원시성 부등시를 유발하여 보행 패턴의 변화를 분석하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

본 연구의 취지에 동의하고, 정상적인 독립보행이 가능하며, 신체적으로 건강한 20대 남성 23명(57.5%), 20대 여성 17명(42.5%)을 대상으로 하였다. 본 연구에 참여한 대상자의 평균 연령은 22.23±1.99세였다. 문진을 통해 보행을 방해할 수 있는 근-골격계 질환 또는 수술 경험, 그리고 기타 전신질환 및 안질환의 과거 병력, 이와 관련된 약물 복용을 하지 않았음을 확인하였다. 대상자 중 양안교정시력이 1.0 미만, 사시, 비사시성 양안시 이상, 그리고 조절이상과 관련된 증상 및 징후가 있는 경우이거나 낙상 경험이나 불안정한 보행 패턴을 보이는 경우는 연구대상에서 제외하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 시각 기능 검사

##### (1) 굴절 검사

수동 포롭터(CV-3000, Topcon, Japan)를 사용한 자각적 굴절 검사를 통해 대상자들의 완전교정 값을 검출하였다. 피검자의 난시축과 원주 굴절력은 방사선시표와 잭슨 크로스실린더를 이용하여 교정하였으며, 양안조절균형 검사 후 최대 시력을 제공하는 플러스 구면렌즈(maximum plus to maximum visual acuity; MPMVA)를 사용하여 완전교정 값으로 결정하였다.

##### (2) 입체시 검사

입체시 측정은 Frisby Stereotest를 사용하였다. 다양한 입체시 검사법이 있지만 TNO를 포함하여 Frisby도 신뢰성이 좋은 입체시 평가법으로 알려져 있다.[13] 두께가 상이한 3개의 측정판(1.5 mm, 3 mm, 6 mm)으로 구성되어 있으며, 최대 거리에서 입체감을 인식할 수 있는 거리를 측정하고 그 거리를 입체시 값으로 환산하여 기록하였다.

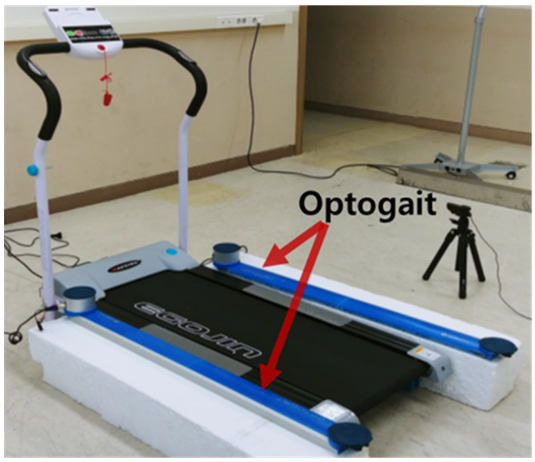


Fig. 1. Gait analyzer and treadmill used in the gait test.

#### 2) 보행 패턴 측정

보행분석계(Optogait, Hospi, Italy)를 이용하여 유발시킨 부등시 조건에 의한 보행 패턴의 변화를 측정하였다. Optogait 분석계는 1 m의 두 개의 송·수신바와 웹캠으로 구성되어 있으며, 각 바에는 1 cm 간격으로 발광다이오드가 설치되어 있다(Fig. 1). 적외선으로 통신하고 있는 송·수신 바 사이에서 측정하여 수집된 정보를 통해 다양한 보행 패턴을 분석할 수 있으며, 본 연구에서는 보폭 길이와 분속수를 분석하였다. 해당 보행 패턴의 의미는 다음과 같다.

① 보폭 길이(step length): 양발지지 상태에서 앞에 위치한 발의 뒤꿈치에서 뒤에 위치한 발의 뒤꿈치까지의 수평거리를 의미하고 단위는 ㎝ 로 표시한다.

② 분속수(cadence): 단위시간 당 일어나는 보폭의 수를 의미하며, 단위는 step/min으로 나타낸다.

#### 3) 측정절차

포롭터를 이용한 자각적 굴절 검사를 통해 실험대상자의 완전교정값을 검출한 후, 시험테에 장입하였다. 완전교정된 양 눈앞에 ±1.00 D, ±2.00 D 그리고 ±3.00 D의 구면렌즈를 사용해 근시성 및 원시성 부등시를 정도별로 유발하였다. 대상자의 우위안을 조사하여 각 부등시를 우위안과 비우위안에 각각 유발하였다. 각 부등시 조건에서 해당 보행 패턴을 평가하기 위해 Optogait의 송·수신 바를 트레드밀(HSM-T04F1, EGOJIN, Korea)의 양쪽 가장자리 난간에 각각 위치시켰다. 실험대상자에게 트레드밀 위로 올라가게 요청한 후, 스스로 트레드밀의 속도를 4 km/h로 설정하게 하였다. 4 km/h의 속도에 다다르게 되면 연습 보행을 위해 10초간 자연스럽게 걷게 하고, 보행 패턴의 측정은 그 후 10초 동안 실시하였다. 측정 시 6 m 전방에 위치시킨 LCD 시력표(LUCID'LC, Everview, Korea)의 점광

원을 주시점으로 지정하여 조절개입에 의한 영향을 최소화하고자 하였다. 완전교정상태에서 측정이 종료되면 유발된 부등시 조건별 측정은 무작위 순서로 진행하였다. 부등시 조건이 바뀔 때마다 10분의 휴식시간을 제공하였다.

#### 4) 통계 분석 방법

자료의 분석과 통계는 IBM SPSS Statistics 27 통계 프로그램을 이용하여 실시하였다. 완전교정상태에 측정된 값과 각 부등시 조건에서 측정한 값을 비교분석 하기 위해 반복 측정 분산 분석(repeated measures ANOVA)을 활용하였고, 집단 간 구체적인 차이를 분석하기 위해 LSD 사후분석을 실시하였다. 보행 변수 간의 상관성은 피어슨 상관관계 분석(Pearson's correlation analysis)을 통해 분석하였다. 모든 결과값은 $p$<0.05일 때 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단하였다.

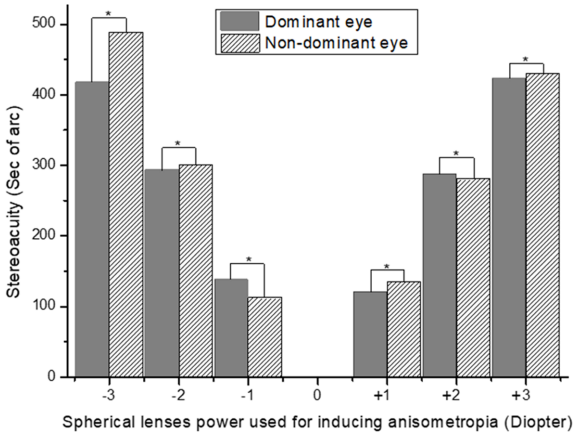


Fig. 2. Difference in stereoacuity according to the degree of anisometropia induced in the dominant and non-dominant eyes, respectively.
*: $p$-value<0.05; significantly different from MPMVA according to paired-t test

## 결과 및 고찰

#### 1. 유발된 근시성 및 원시성 부등시에 따른 입체시의 변화

완전교정상태에서 (±) 구면렌즈를 이용해 대상자의 우위안과 비우위안에 각각 근시성 및 원시성 부등시를 정도별로 유발하여 측정한 입체시의 변화는 Table 1과 같다. 결과에 따르면, 입체시력은 완전교정상태와 비교해 구면렌즈 ±1.00 D로 유발된 근시성 및 원시성 부등시에서부터 유의한 변화를 보였고(우위안에 근시성 부등시 유발; $p$=0.000/F=3.00, 비우위안에 근시성 부등시 유발; $p$=0.000/F=2.735, 우위안에 원시성 부등시 유발; $p$=0.000/F=2.693, 비우위안에 원시성 부등시 유발; $p$=0.000/F=3.00), 부등시 유발을 위한 구면렌즈 굴절력이 증가할수록 입체시력은 비례적으로 증가하였다. 그리고 이러한 경향은 대상자의 우위안과 비우위안을 기준으로 각각 유발하였을 때에도 동일한 양상을 보였다. Fig. 2는 유발시킨 부등시의 각 정도별(±1.00 D, ±2.00 D 그리고 ±3.00 D)로 우위안과 비우위안 간의 입체시 차이를 나타낸 것이다. 우위안과 비우위안에 각각 부등시를 유발하였을 때, 입체시는 모든 조건에서 통계적인 차이를 보였지만, 유발렌즈의 굴절력이 증가함에 따라 우위안 또는 비우위안 중 어느 한쪽으로 차이가 나는 일관성은 찾을 수 없었다. 본 연구결과와 유사하게 +1.00 D~+3.00 D의 부등시를 유발한 후 TNO 입체시 검사를 실시한 Nabie 등[14]연구에서도 우위안과 비우위안 간의 입체시력 차이를 발견하지 못하여 부등시에 의한 입체시 저하는 우위안과의 명확한 연관성은 없는 것으로 사료된다.

#### 2. 유발된 근시성 및 원시성 부등시에 따른 보행 패턴의 변화

우위안과 비우위안에 각각 (±) 구면렌즈를 사용하여 근

Table 1. Changes in stereoacuity in myopic and hyperopic anisometropia induced in the dominant and non-dominant eyes

| Spherical lenses power | Conditions of anisometropia | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Myopic | | Hyperopic | |
| | DE | Non-DE | DE | Non-DE |
| Based line (MPMVA) | 31.50±4.59[a] | | | |
| 1 D | 120.13±27.06[b] | 135.63±32.32[b] | 137.50±29.70[b] | 112.50±25.16[b] |
| 2 D | 287.00±34.71[c] | 280.88±34.86[c] | 293.25±39.33[c] | 301.00±36.45[c] |
| 3 D | 423.00±30.88[d] | 430.50±32.66[d] | 417.25±35.12[d] | 488.25±29.43[d] |
| $p$-value/F | 0.000**/3.00 | 0.000**/2.735 | 0.000**/2.693 | 0.000**/3.00 |
| post-hoc (LSD) | a<b,c,d | a<b,c,d | a<b,c,d | a<b,c,d |

Data are expressed as mean±SD
**: $p$-value<0.05; significantly different from MPMVA according to repeated-measures ANOVA
MPMVA; Maximum plus to maximum visual acuity
DE; Dominant eye, Non-DE; Non-dominant eye

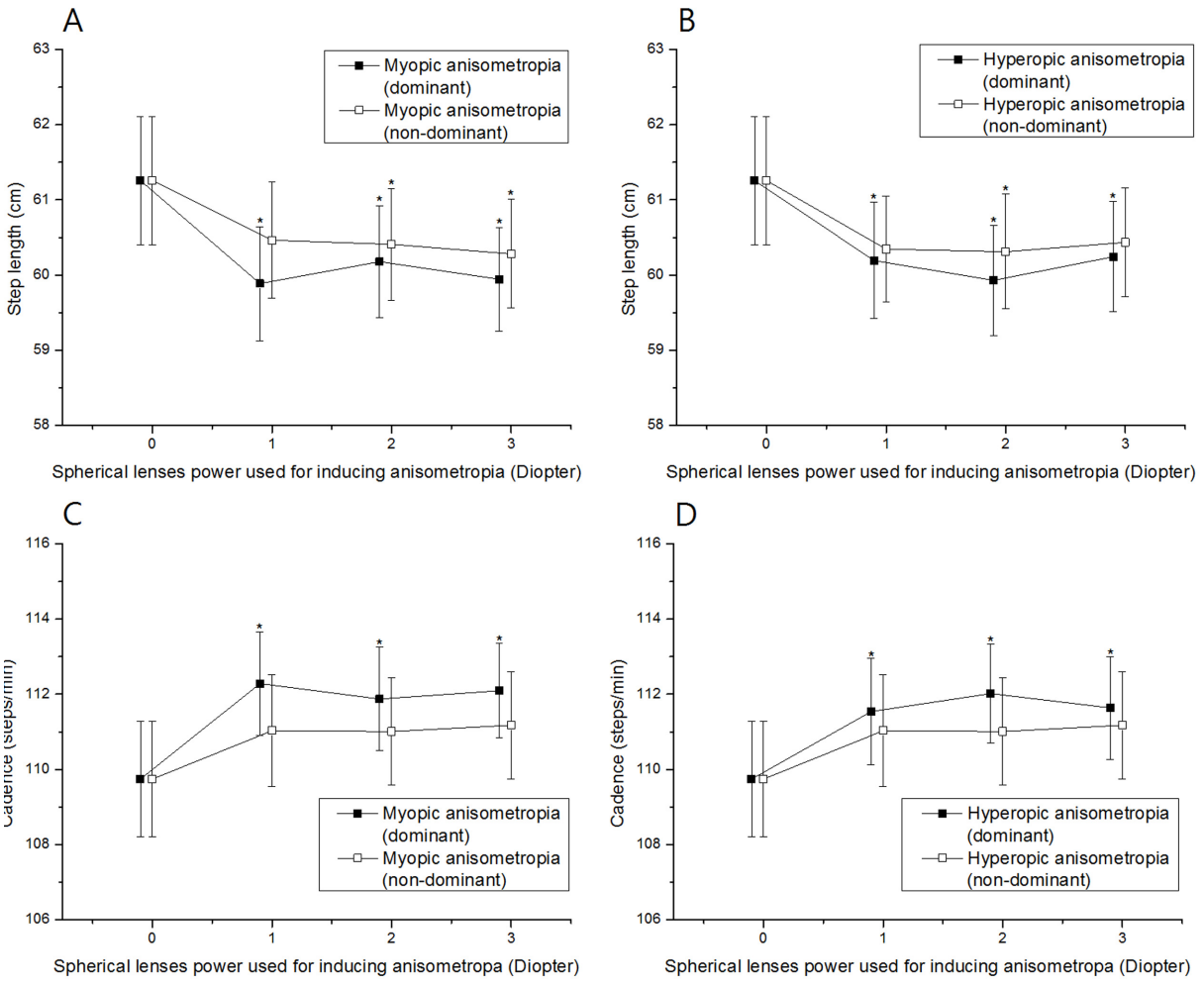


Fig. 3. Change in step length and cadence in myopic and hyperopic anisometropia induced in dominant eye and non-dominant eye position, respectively.
*: *p*-value<0.05; significantly different from MPMVA according to repeated measures ANOVA

시성 및 원시성 부등시를 유발한 후 측정한 보폭 길이와 분속수의 변화는 Fig. 3과 같다. 근시성 부등시 조건에서 보폭 길이의 변화를 살펴보면(Fig. 3-A), 우위안에 유발 시 +1.00 D부터($p$=0.002), 비우위안에 유발 시 +2.00 D에서부터($p$=0.042) 완전교정상태와 비교해 보폭 길이가 유의하게 짧아졌다. 원시성 부등시 조건에서 보폭 길이의 변화(Fig. 3-B)는 완전교정상태와 비교해 우위안에 유발 시 –1.00 D부터($p$=0.01), 비우위안에 유발 시 –2.00 D에서만($p$=0.042) 보폭 길이가 유의하게 짧아졌다($p$=0.037). 근시성 부등시를 유발하였을 때의 분속수 변화(Fig. 3-C) 및 원시성 부등시를 유발하였을 때의 분속수 변화(Fig. 3-D)는 완전교정상태와 비교해 각각 ±1.00 D부터 분속수가 유의하게 증가하였다(각각 $p$<0.001, $p$=0.003). 반면, 비우위안에 근시성 및 원시성 부등시를 유발하였을 때에는 분속수의 유의미한 변화를 찾을 수 없었다.

Vale 등[15]은 +2.00 D를 비우위안과 우위안에 장입하여 계단 보행을 분석한 결과, 정상 양안시 상태와 비교해 계단을 오르기 전 발 위치가 멀어지고, 계단 높이보다 더 높이 들어 올리는 적응 보행 전략이 나타난다고 보고했다. 이러한 계단 보행 패턴 차이는 우위안의 시력이 좋지 않을 때 뚜렷하게 발생한다고 보고했다. 본 연구결과에서도 유사하게 우위안에 근시성 및 원시성 부등시를 유발하였을 때, 가장 약한 유발 렌즈인 1.00 D에서부터 보폭 길이가 짧아지고, 분속수가 증가하는 일련의 보행 패턴의 변화가 명확하게 나타났다. 본 연구에서 설정한 4 km/h로 고정된 속도 조건에서 대상자들의 보폭 길이가 짧아진 원인으로는 부등시 유발로 인해 일시적으로 변경된 시각 정보가 트레드밀의 지정된 속도에 적응된 최적의 보행 패턴의 변화를 야기하였고, 이때 보행 안정성을 확보하기 위한 보상기전이 작동한 것으로 생각할 수 있다. 이러한 현상은 마치 빙판길을 걸을 때 넘어지지 않도록 보폭 길이를 줄여서 걷게 되는 보행의 순응 전략과 유사하다고 볼 수 있다.[16]

우위안으로부터의 시각 정보는 비우위안보다 전달 속도가 더 빠르고, 그 정보를 처리하기 위한 피질 뉴런의 수와 성능이 월등히 높으며, 지각 처리의 우선순위를 가진다.[17] 연관하여, 근시성 부등시로 인해 발생하는 흐린 시각 정보나 원시성 부등시로 인한 변동적인 조절반응 상태가 우위안에 발생할 경우, 기존의 보행 패턴을 쉽게 변화시켜 최적의 보행 성능과 효율성에 부정적인 영향을 끼칠 수 있음을 시사한다.

### 3. 유발된 근시성 및 원시성 부등시에서 보폭 길이와 분속수의 상관성

(±) 구면렌즈를 이용하여 우위안과 비우위안에 각각 근시성 및 원시성 부등시를 유발시킨 후 측정한 보폭 길이와 분속수의 상관성은 Fig. 4와 같다. 우위안에 근시성 부등시를 유발한 후 측정한 보폭 길이와 분속수 간의 상관계수를 살펴보면, +1.00 D 유발 렌즈에서 r=–0.957**, +2.00 D에서 r=–0.959** 그리고 +3.00 D에서 r=–0.964**로 매우 높은 음의 상관성을 띄었다(Fig. 4-A). 비우위안에 근시성 부등시의 경우, +1.00 D 유발 렌즈에서 r=–0.739**, +2.00 D에서 r=–0.721** 그리고 +3.00 D에서 r=–0.713**으로 나타났다(Fig. 4-B). 또한 우위안에 원시성 부등시의 경우, –1.00 D 유발 렌즈에서 r=–0.944**, –2.00 D에서 r=–0.954**, –3.00 D에서 r=–0.939**로 높은 음의 상관성을 띄었다(Fig. 4-C). 마지막으로 비우위안에 원시성 부등시의 경우, 보폭 길이와 분속수 간의 상관계수는 –1.00 D에서 r=–0.657**, –2.00 D에서 r=–0.560**, –3.00 D에서 r=–0.609**로 나타났다(Fig. 4-D). 근시성 및 원시성 부등시의 모든 조건에서 보폭 길이가 짧아질수록 분당 보폭수가 많아지는 상관성이 있었으며, 특히 두 보행 패턴 간의 관계는 우위안에 시각 정보의 변화가 발생할 때 더욱 긴밀한 것으로 분석되었다. 본 연구에서 분석한 보행요소 중 보폭은 보행의 페이스 요소로써 시각-체성 통합능력에 지배를 받는다. 반면, 분속수는 리듬 요소로써 보폭 변화에 따른 자동적인 과정으로 감각 입력의 영향을 덜 받게 된다.[18] 결국, 한눈에 근시로 인한 흐림이나 원시로 인한 일시적인 조절변동이 발생하면 보폭 길이를 줄이는 보상 기전이 우선적으로 작동하게 되는데, 우위안의 강한 시각처리 지배로 인해 보폭 길이와 분속수 간의 상호작용은 더욱 명확하게 나타나는 것으로 사료된

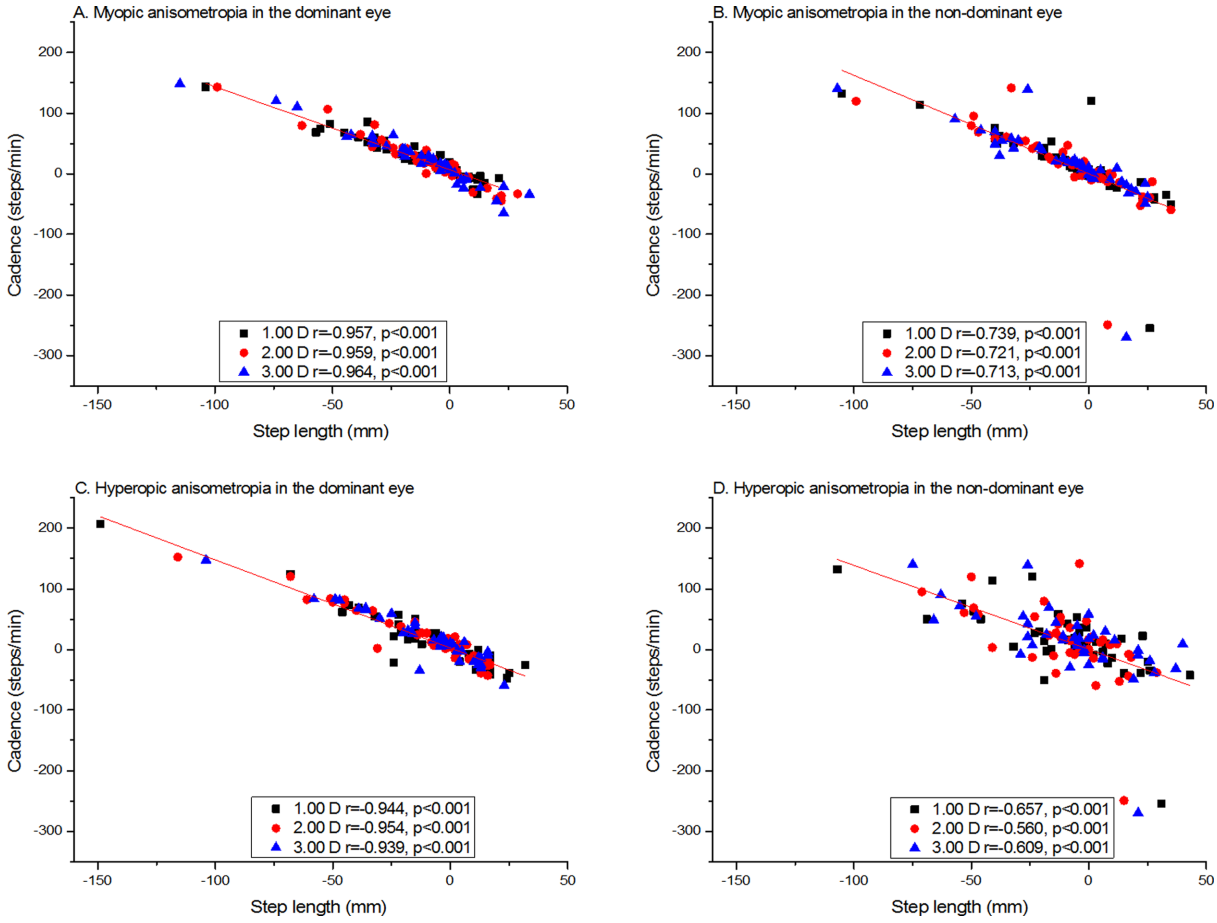


Fig. 4. Correlation between step length and cadence in myopic and hyperopic anisometropia induced in dominant eye and non-dominant eye position, respectively.

다. Nevitt 등[19]은 다양한 시각 기능 중 불량한 입체시가 보행 안정성을 감소시켜 낙상 위험을 증가시키는 결정적인 요인이라고 보고했다. 본 연구에서도 우위안과 비우위안에 각각 부등시를 유발하였을 때, 입체 시력이 현저하게 감소되었고, 그에 따라 보행 패턴의 변화가 야기되었다. 주목할 점으로는, 비록 부등시 유발 후 우위안과 비우위안 간의 입체시력 감소 차이의 명확한 양상은 없었지만, 보행 패턴에 미치는 영향에는 여전히 우위안의 역할이 크게 작용한다는 것을 들 수 있겠다.

본 연구에는 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째, 부등시에 대한 영향을 여러 보행 변수 중 보폭 길이와 분속수만으로 평가하였기 때문에 본 연구결과를 일반화하기 위해서는 추가적인 보행요소의 분석이 요구된다. 둘째, 트레드밀 보행에서는 일정한 속도가 강제되며 보행 환경의 변화가 없어 자연 보행과는 차이가 날 수 있다. 셋째, 실험적 유발 조건이 아닌 만성 부등시 환자, 장기간 모노비전 처방 환자 등을 대상으로 한 실제 임상실험 결과가 뒷받침되어야 한다. 이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 부등시가 보행 패턴의 재조정을 유발하는 굴절이상의 한 유형이라는 가능성을 기초적인 단계에서 입증하는데 기여한 것으로 판단되며, 추후 연구에서 언급한 제한점을 보완한 실험을 수행하고자 한다.

인간의 쾌적하고 바람직한 보행속도은 단위 거리당 에너지 소비가 최소가 될 때이다. 그 속도보다 느리거나 더 빠른 속도가 요구되는 상황이 발생하면, 최적의 보행 모델이 파괴되고, 비효율적인 에너지 소비 상태가 된다.[20] 보행장애로 인한 낙상사고는 국민들의 건강을 위협하는 중요한 사회적 문제이므로 다양한 전문영역에서 다각적인 노력이 요구된다. 따라서 적절한 비정시의 교정은 낙상 예방에 기여하는 안광학 전문가들의 중요한 역할이 된다. 정리하면, 본 연구를 통해 최적의 보행 패턴을 유지하기 위해 부등시 교정의 중요성을 강조하는 바이며, 1.00 D 이상의 미교정된 근시성 및 원시성 부등시 상태는 보행 패턴을 쉽게 변화시키는 요인임을 확인할 수 있었다. 특히, 이런 영향에는 우위안의 역할이 크게 작용하는 것으로 분석되었기에 임상현장에서 부등시 교정 처치 시 중요하게 고려하여야 하겠다.

## 결 론

본 연구에서는 부등시를 정도별로 유발시킨 후 보행 패턴의 변화를 분석하였다. 우위안과 비우위안에 각각 근시성 및 원시성 부등시를 유발하였을 때, 입체시는 모든 조건에서 차이를 보였지만, 두 눈 중 어느 한쪽으로 차이가 나는 일관성은 찾을 수 없었다. 하지만 우위안에 유발된 부등시에서 보폭 길이가 짧아지고 분속수가 증가하는 보행 패턴의 변화 양상이 비우위안에 유발된 부등시 상태와 비교해 보다 뚜렷하였고, 두 보행 패턴 간의 상관성도 더욱 밀접하였다. 이는 부등시로 인한 입체시 감소 정도가 우위안과 비우위안이 유사하다 하더라도, 우위안의 강한 시각 정보 의존성이 보행 패턴에도 더 큰 영향을 미친 결과로 사료된다. 결론적으로 유발된 부등시는 보행 패턴을 일시적으로 방해하는 요인이 되며, 부등시의 교정은 최적의 보행 활동을 유지하기 위해 중요한 한 광학적 요인이 될 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 2024년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다(2022RIS-005).

## REFERENCES

[1] Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. J Neurophysiol. 2002;88(3):1097-118. DOI: https://doi.org/10.1152/jn.2002.88.3.1097

[2] Rietdyk S, Rhea CK. Control of adaptive locomotion: effect of visual obstruction and visual cues in the environment. Exp Brain Res. 2006;169(2):272-8. DOI: https://doi.org/10.1007/s00221-005-0345-y

[3] Marigold DS. Role of peripheral visual cues in online visual guidance of locomotion. Exerc Sport Sci Rev. 2008; 36(3): 145-51. DOI: https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31817bff72

[4] Patla AE, Vickers JN. Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? Neuroreport. 1997;8(17):3661-5. DOI: https://doi.org/10.1097/00001756-199712010-00002

[5] Lord SR, Dayhew J. Visual risk factors for falls in older people. J Am Geriatr Soc. 2001;49(5):508-15. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2001.49107.x

[6] Helbostad JL, Vereijken B, Hesseberg K, et al. Altered vision destabilizes gait in older persons. Gait Posture. 2009;30(2):233-8. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.05.004

[7] Park MG, Jin YH. Effect of induced anisometropia on stereoacuity by far and near distance random dot stereo test. J Korean Ophthalmol Soc. 1996;37(5):862-870.

[8] Kim SE, Lim KH. Effect of spherical lens induced anisometropia on dynamic stereoacuity. J Korean Ophthalmol Soc. 1998;39(10):2426-2431.

[9] Choi JY, Kim JM, Kim HJ. Changes of stereoacuity with correction in induced anisometropia. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2008;13(4):121-126.

[10] Elliott DB, Bullimore MA, Patla AE, et al. Effect of a cat-

aract simulation on clinical and real world vision. Br J Ophthalmol. 1996;80(9):799-804. DOI: https://doi.org/10.1136/bjo.80.9.799
[11] Figueiro MG, Plitnick B, Rea MS, et al. Lighting and perceptual cues: effects on gait measures of older adults at high and low risk for falls. BMC Geriatr. 2011;11:49. DOI: https://doi.org/10.1186/1471-2318-11-49
[12] Choi JH, Cho HG, Moon BY, et al. Changes in the gait pattern depending on induced refractive error and correlation analysis of visual functions. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2020;25(3):299-306. DOI: https://doi.org/10.14479/jkoos.2020.25.3.299
[13] Mehta J, O'Connor A. Test retest variability in stereoacuity measurements. Strabismus. 2023;31(3):188-196. DOI: https://doi.org/10.1080/09273972.2023.2252853
[14] Nabie R, Andalib D, Amir-Aslanzadeh S, et al. Effect of artificial anisometropia in dominant and nondominant eyes on stereoacuity. Can J Ophthalmol. 2017;52(3):240-242. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2016.11.008
[15] Vale A, Scally A, Buckley JG, et al. The effects of monocular refractive blur on gait parameters when negotiating a raised surface. Ophthalmic Physiol Opt. 2008;28(2):135-42. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2008.00543.x
[16] Patla AE. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. Gait Posture. 1997;5(1):54-69. DOI: https://doi.org/10.1016/S0966-6362(96)01109-5
[17] Shneor E, Hochstein S. Effects of eye dominance in visual perception. International Congress Series. 2005;1282:719-723. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ics.2005.05.006
[18] Mahoney JR, Verghese J. Visual-somatosensory integration and quantitative gait performance in aging. Front Aging Neurosci. 2018;10:377. DOI: https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00377
[19] Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, et al. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: a prospective study. JAMA. 1989;261(18):2663-8. DOI: https://doi.org/10.1001/jama.1989.03420180087036
[20] Mochon S, McMahon TA. Ballistic walking. J Biomech. 1980;13(1):49-57. DOI: https://doi.org/10.1016/0021-9290(80)90007-x

# 유발된 부등시가 보행 패턴에 미치는 영향

**최재혁[1], 문병연[2], 유동식[2], 조현국[2], 노재현[2], 김상엽[2,*]**
[1]강원대학교 일반대학원 보건의료과학과, 학생, 삼척 25949
[2]강원대학교 안경광학과, 교수, 삼척 25949
투고일(2024년 9월 2일), 수정일(2024년 9월 19일), 게재확정일(2024년 9월 20일)

**목적:** 유발된 부등시가 보행 중 보행 패턴에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. **방법:** 평균 연령 22.23±1.99세의 40명의 젊은 성인을 대상으로 하였다. ±1.00 D, ±2.00 D, ±3.00 D의 구면렌즈를 사용하여 우위안과 비우위안의 각각 근시성 및 원시성 부등시를 유발시켰다. 보행 패턴(보폭 길이, 분속수)의 측정은 보행분석계를 이용하여 4 km/h 속도로 지정된 트레드밀 위에서 실시하였다. 각 부등시 조건에서 10초간 자연스럽게 걷게 하고, 그 후 10초간 보행 패턴을 측정하였다. **결과:** 보폭 길이는 MPMVA(maximum plus to maximum visual acuity) 조건과 비교해 우위안에 ±1.00 D로 유발한 근시성 및 원시성 부등시부터 유의하게 짧아졌고, 비우위안에 유발하였을 경우, ±2.00 D로 유발한 근시성 및 원시성 부등시부터 유의하게 짧아졌다. 분속수의 경우, 우위안에 ±1.00 D로 유발한 근시성 및 원시성 부등시부터 MPMVA 조건과 비교해 현저하게 증가하였지만, 비우위안에 유발된 부등시에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 보폭 길이 및 분속수의 상관성을 분석한 결과, 유발된 모든 부등시 조건에서 보폭 길이가 짧아질수록 분당 보폭수가 많아지는 상관성을 띄었고, 두 보행 패턴 간의 관계는 우위안에 시각변화가 발생할 때 더욱 밀접한 것으로 분석되었다. **결론:** 유발된 근시성 및 원시성 부등시는 보행 시 보행 패턴의 변화를 야기시키는 광학적 요인으로 작용하였다. 특히, 우위안에 부등시가 유발될 경우, 이러한 보행 패턴의 변화는 더욱 뚜렷하였다.

**주제어**: 부등시, 우위안, 입체시, 보폭길이, 분속수