JKPT Vol. 35, No. 4, August 2023
J Kor Phys Ther 2023:35(4):105-110
pISSN 1229-0475 eISSN 2287-156X

Original Article

https://doi.org/10.18857/jkpt.2023.35.4.105

A Comparison of Dizziness Handicap Inventory Scores with Stability Index and Fourier Harmony Index in Healthy Individuals

Sang-Seok Yeo[1], Heun-Jae Ryu[2]

[1]Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare Sciences, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea, [2]Department of Public Health Sciences, Graduate School, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea

Purpose: The purpose of this study was to determine whether the degree of dizziness affects static balance due to the disruption or absence of the senses involved in balance. To this end, the correlation between the Dizziness Handicap Inventory (DHI), which objectively evaluates dizziness, the Fourier Index (FI; Frequency bands of postural oscillation, F1, F2-4, F5-6, F7-8) and the Stability Index (ST), which evaluates static balance ability, were examined.
Methods: This study investigated balance and dizziness issues in 30 healthy young adults. Participants underwent multiple tests like the DHI and tetra-ataxiometric posturography (Tetrax) under different conditions (eyes open/closed, standing on a foam-rubber pillow, and with the head in various orientations).
Results: We found that F1 exhibited a weak positive correlation with dizziness under normal conditions, as well as when the eyes were closed ($r=0.396$, $p<0.05$) and the head was tilted back ($r=0.375$, $p<0.05$). Meanwhile, F5-6 showed a moderate positive correlation with dizziness in both head-back (HB: $r=0.471$, $p<0.05$) and head-forward postures ($r=0.404$, $p<0.05$). Lastly, both F7-8 and ST demonstrated a moderate positive correlation with dizziness when the head was in a forward posture (F7-8: $r=0.483$; ST: $r=0.403$, $p<0.05$).
Conclusion: The study results indicate that the severity of dizziness affects sensory systems and balance. It also suggests that head movements, especially forward and backward, further stimulate the vestibular system, intensifying dizziness, and balance problems in affected individuals.

Keywords: Dizziness, Static balance, Fourier index, Dizziness Handicap Inventory, Stability index, Head position

서 론

균형 능력은 정적 및 동적 활동 중에 자세 안정성과 제어를 유지하는 개인의 능력을 말하며, 서거나, 걷거나, 균형에 도전하는 다른 움직임을 수행하는 동안 안정적으로 직립 자세를 유지하는 능력을 포함한다.[1,2] 균형 능력은 감각 입력(시각, 안뜰 및 고유 수용성 감각), 운동 조절 능력, 근력 및 지구력을 포함한 여러가지 요인에 의해 달라질 수 있다.[1] 이러한 요인들이 함께 작용하여 신체가 지지면(Base of support) 위에 무게 중심(Center of mass)을 유지할 수 있도록 한다.[2] 신체의 균형 조절 기능은 다양한 운동과 중재를 통해 능력을 향상시키거나 회복할 수 있다.[3] 균형 능력 향상을 위한 운동에는 정적 균형 운동, 동적 균형 운동, 반복 및 기능 운동 등이 포함될 수 있다.[4] 정적 균형 운동은 자세를 고정하고 유지하는 운동이며, 동적 균형 운동은 자세를 유지하는 동안 몸의 위치나 방향이 바뀌는 운동을 의미한다.[4] 그 외에 일정한 패턴의 균형 운동과 일상 생활에서 이루어지는 계단 오르기 등의 운동이 포함될 수 있다.[3-5] 균형 운동은 균형 장애를 가진 환자 및 노인의 균형 능력을 개선시키고, 전반적인 신체 기능을 향상시키며, 낙상 및 부상의 위험을 줄이고 삶의 질을 향상시킬 수 있다.[5]

어지럼증(Dizziness)은 현기증, 불안정감 또는 주변 환경이 회전하는 느낌으로 설명할 수 있는 증상으로, 메스꺼움, 구토, 발한, 균형 조절의 어려움과 같은 다른 증상을 동반될 수 있다.[6] 어지럼증은 내이 문제, 저혈압, 약물 부작용, 불안 또는 스트레스, 탈수 또는 신경학적 상태를 포함한 다양한 요인에 의해 발생할 수 있다.[7] 현기증(Vertigo)은 신체 움직임이 없음에도 불구하고 회전하는 느낌이 특징이며, 현

Received July 13, 2023 **Revised** August 21, 2023
Accepted August 24, 2023
Corresponding author Heun-Jae Ryu
E-mail rickryu2321@gmail.com

Copyright © 2023 The Korean Society of Physical Therapy
This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (https:// creativecommons.org/license/by-nc/4.0.) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

기증을 경험한 환자는 주변 환경이나 배경 등이 움직이거나 돌고 있는 듯한 느낌을 주로 호소한다.[7,8] 어지럼증 혹은 현기증의 원인에는 말초성과 중추성 안뜰 장애에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다.[9] 중추성 안뜰장애는 뇌졸중, 뇌종양 또는 다발성 경화증과 같은 중추신경계의 문제로 인해 발생할 수 있다.[10] 안뜰 시스템은 머리 위치, 움직임 및 공간 방향에 대한 정보를 뇌에 제공하는 역할을 한다.[11] 중추성 안뜰 장애는 균형 및 공간 방향 유지에 관여하는 내이 및 기타 감각 시스템의 정보를 해석하고 통합하는 공간지각 및 신체감각 시스템의 문제를 의미한다.[12] 안뜰과 관련된 감각기능의 통합 및 지각 기능 장애는 뇌 또는 내이의 외상, 감염, 종양, 퇴행성 장애 또는 약물 부작용과 같은 다양한 요인에 의해 발생할 수 있다.[13] 중추 안뜰 장애의 증상에는 현기증, 불균형, 협응 곤란, 시각 장애, 메스꺼움 또는 구토가 포함된다.[14] 이러한 증상은 간헐적으로 나타나거나 지속적으로 발생할 수 있으며 발생 원인에 따라 지속도와 증상이 다를 수 있다.[15] 중추 안뜰 장애의 치료에는 증상을 완화하기 위한 약물 치료, 균형과 협응력을 개선하기 위한 안뜰 재활, 심한 경우 수술이 포함될 수 있다.[16] 치료 계획은 근본적인 원인, 증상의 중증도 및 환자의 전반적인 건강 상태에 따라 개별화될 수 있다.[17]

말초성 안뜰 장애는 공간에서 균형과 방향을 유지하는 역할을 하는 내이의 안뜰기관의 기능 장애를 말한다.[18] 말초 안뜰계는 내이에 위치하며 반고리관과 이석기관(Otolith organ)이라 불리는 작은 구조로 구성되어 있고, 말초성 어지럼증은 둥근주머니(Saccule), 타원주머니(Utricle), 3개의 반고리관(Semicircularcanal)의 문제로 인해 발생한다.[19] 말초성 안뜰질환 중 가장 흔한 경우는 양성 돌발성 체위 현기증(Benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)으로 내이의 칼슘과 같은 이석이 반고리관을 자극하여 어지럼증 혹은 현기증과 같은 증상을 유발하게 된다.[20] 안뜰 신경염 및 메니에르병에 의한 어지럼증도 말초성 안뜰 장애에 포함된다.[21] 말초성 안뜰 장애의 증상은 중추성 장애와 유사하게 어지러움, 현기증, 메스꺼움, 구토, 균형 및 협응 장애 등이 동반되는 것으로 알려져 있다.[22] 안뜰 장애의 치료는 근본적인 원인과 상태의 중증도에 따라 약물, 물리치료 및 생활 습관 변화가 포함된다.[20] 또한 안뜰장애의 원인을 중추성과 말초성으로 구분하여 치료적 중재 방법이 달라질 수 있다.[23] 어지럼증 환자의 초기 진단이 매우 중요하며 어지럼증의 양상 및 임상적 증상을 통해 말초성과 중추성 안뜰 장애를 구분하고 그에 따른 치료 목표와 중재가 설정되는 것이 필수적이다.[15]

안뜰장애의 진단 방법에는 안구의 움직임 평가를 통한 안뜰기능검사, 안진검사 등이 사용된다.[24] 또한 어지럼증은 주관적인 증상으로 정량적 평가를 위해 설문지를 통한 어지럼증 정도를 평가할 수 있다.[25] 중추 혹은 말초 안뜰계의 문제를 진단하기 위해 CT나 MRI 등의 신경영상학적 평가방법도 사용될 수 있다. 또한 안뜰장애의 의해서 발생하는 자세 및 균형의 불안정성을 평가하는 방법도 사용된다. 본 연구의 목적은 젊은 성인을 대상으로 어지럼증 자가평가 척도인 Dizziness Handicap Inventory (DHI)와 정적 균형 능력 변수인 안정지수(Stability Index, ST) 및 푸리에 지수(Fourier Harmony Index, FI)와의 상관관계를 분석하는 것이다. DHI는 환자의 어지럼증 정도와 그 증상이 일상생활에 미치는 영향을 평가하는 도구로 널리 사용된다.[25,26] 반면에, ST는 균형 유지 능력을 정량적으로 평가하는 지표로, FI는 시간 도메인에서의 신호를 주파수 도메인으로 변환하여 분석하는 방법으로, 균형 유지에 필요한 신체의 미세한 움직임을 측정하는데 사용된다.[27-33] 이들 평가 방법은 각각 다른 측면의 정보를 제공한다. DHI는 환자의 증상과 그 증상이 일상생활에 미치는 영향을 평가하는 반면, ST와 FI는 균형 능력과 그에 따른 신체 움직임을 정량적으로 측정한다. 이러한 다양한 평가 방법을 통해, 어지럼증의 복합적인 특성을 보다 전반적으로 이해하고, 효과적인 치료 방안을 제시할 수 있다. 따라서 이 두 지표가 본 연구에서 어떠한 역할을 하는지, 그리고 이들이 어지럼증과 어떠한 관련성을 가지는지를 더욱 명확하게 이해할 수 있도록 알아보고자 한다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 20대의 성인 남녀 30명을 무작위로 선정하였다. 대상자의 선발 기준은 독립적인 보행이 가능하고, 하지 근육이나 관절에 근골격계 질환이나 수술 이력이 없으며, 신경학적 손상이 없는 자로 하였다. 또한, 최근 6개월간 현재 치료 중이거나 약물을 복용하고 있는 자는 제외하였다. 모든 대상자들에게 실험에 대한 이해를 돕기 위한 충분한 설명을 하였으며, 이를 바탕으로 대상자들의 자발적인 동의를 얻어 연구를 시행하였다.

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) DHI

DHI는 1990년 Jaconson과 Newman이 현기증 환자를 위해 개발한 설문지다. 어지럼증으로 인한 신체적 한계와 기능적, 정서적 영향을 측정하여 일상생활에서의 장애를 진단하고 치료의 효과를 객관적으로 측정하기 위해 개발된 자가평가 척도이다. DHI는 총 25문항, 3단계로 구성된 100점 만점 척도로 각 영역별 지수의 합이 어지러움 장애 정도를 정량화하는 척도이다.[25] 각 설문 항목은 신체적, 정서적, 기능적 영역으로 나뉜다. 일반적으로 경험하는 기본적인 신체 움직임과 관련된 항목으로서 기능적 영역은 여가 활동 및 업무 관련 움직임에 관한 것, 정서적 영역은 현기증으로 인한 불안과 좌절감에 관한 것,

https://doi.org/10.18857/jkpt.2023.35.4.105

그리고 신체적인 영역은 일상 생활에 관한 것이다. DHI는 최근까지 가장 많이 사용되었으며, 이전 연구를 통해 다른 언어로 번역되어도 높은 신뢰도를 유지하고 있다.[26] DHI의 점수 분류는 다음과 같다: a. 16-34점: 경증 장애(mild handicap), b. 36-52점: 중등도 장애(moderate handicap), c. 54점 이상: 중증 장애(severe handicap).

(2) 정적 균형 검사

균형능력을 분석하기 위해 균형검사도구인 Tetra-ataxiometric Posturography (Tetrax® Sunlight Medical Ltd., Ramat Gan, Istrael)를 사용하였다. 4개의 포스 플레이트(Force plate)가 장착된 Tetrax를 사용하여 발뒤꿈치와 발의 수직 압력 변동을 측정하여 32Hz의 속도로 샘플링된 압력 변동 신호 간의 차이 제곱합의 제곱근으로 계산되어 대상자들의 균형 능력을 평가하였다. 각 변수의 의미는 다음과 같다.

a. 안정지수(ST)

ST는 자세의 변화를 조절하고 보상하기 위한 자세의 흔들림 정도를 나타내는 변수로서, 4개의 포스 플레이트로 측정한 총 동요량을 합산하여 대상자의 체중으로 나눈다(자세 동요 지수의 진폭은 수직 압력의 영향을 받으므로 대상자의 체중으로 자세 동요 지수를 나누는 것은 체위학적 방법론에서 무게와 진폭의 양의 상관 관계를 상쇄하는 데 사용된다.). 지수가 낮을수록 자세 안정성이 높아진다는 의미로 ST가 높을수록 자세가 불안정하다는 것을 나타낸다.[27,31-33]

b. 푸리에 지수(FI)

FI는 4개의 독립적인 파동 신호에서 파생된 푸리에 변환을 기반으로 하며 8개의 주파수 대역(F1~F8, Hz 단위)으로 구분된 스펙트럼 형태로 표시된다. F1은 0.01에서 0.10Hz의 저주파 대역(Low frequencies)으로 시각적 조절(Visual Control)과 관련이 있다. F2~F4는 0.10에서 0.50Hz의 중간 저주파 대역(Medium-low frequencies)으로 안뜰 스트레스(Vestibular Stress)와 안뜰 장애(Vestibular disturbance)와 관련이 있다. F5~6은 0.50에서 1.00Hz의 중간 고주파 대역(Medium-high frequencies)으로 하지의 체성 감각 피드백(Somatosensory feedback)을 반영한다. F7~8은 1.00에서 3.00Hz의 고주파의 버스트 대역(bursts of high frequencies)으로 근육 스트레스(Muscle stress) 또는 중추 신경계 기능 장애(Central nervous system dysfunction)로 인한 자세 떨림(Postural tremor)의 징후를 반영한다.[28-30,33]

3. 실험절차

본 연구에서 8개의 자세에서 검사를 수행하였다. 각 자세별 검사 시간은 32초로, 먼저 눈을 뜨고 정면을 향하는 자세(Normal eye open, NO), 눈을 감고 정면을 향하는 자세(Normal eye close, NC)를 수행하였다. NO는 기준 지표로 사용하였고, NC는 시각적 정보만을 제한하여 다른 체성감각 정보나 안뜰기관 감각을 강조하였다.[34] 불안정한 지지면(foam-rubber pillow) 위에 서서 정면을 향해 눈을 뜨고(pillow with eye open, PO), 동일한 자세에서 눈을 감고(pillow with eye close eye, PC) 수행하였다.[34] 불안정 지지면은 체성감각 정보에 혼란을 줄 목적으로 사용하였기 때문에 PO는 체성감각 정보만 혼란을 주었고, PC는 정전기관 문제를 찾기 위해 체성감각기관 혼란과 시각정보를 제한한 상황에서 수행되었다. 그 후, 먼저 정면을 바라본 기준에서 45도 오른쪽으로 돌리고 눈을 감은 자세(head right, HR), 머리를 왼쪽으로 45도 돌리고 눈을 감은 자세(head left, HL)를 수행하였다. 이 자세는 편측의 안뜰 시스템과 관련된 정보를 수집하는 자세이다.[11] 마지막으로 머리를 최대한 뒤로 기울이고 턱은 천장을 향하게 하여 눈은 감은 자세(head back, HB), 머리는 가슴 쪽으로 최대한 당기고 눈을 감은 자세(head forward, HF)를 수행하였다. HB와 HF는 중추계, 안뜰 기관, 두경부 기관이 영향을 받는다.[11,35,36] 이러한 자세들을 통해 ST, FI를 측정하였다.

4. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료는 Windows SPSS version 25.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성인 연령, 신장, 몸무게 그리고 성별은 기술통계 및 카이제곱을 실시하였다. DHI와 정적 균형의 변수의 상관관계를 알아보기 위하여 정규성 검정(Shapiro–Wilk test)에 따라 Pearson 상관분석을 실시하였고, 통계적 유의수준은 $\alpha = 0.05$로 설정하였다.

결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참가한 연구 대상자들은 총 30명이며 성별 비는 남자 20명, 여자 10명이었고, 평균 나이는 24.30 ± 2.10세, 평균 키는 171.53 ± 7.62cm, 평균 몸무게는 65.20 ± 10.39kg였다.

2. Tetrax 변수와 DHI 상관관계

1) 푸리에지수(F1)

NO, PO, PC, HR, HL, 그리고 HF에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았고($p > 0.05$), NC와 HB자세에서 약한 상관관계를 보였다($p < 0.05$) (Table 1).

2) 푸리에지수(F2–4)

모든 자세에서 유의한 상관관계를 보이지 않았다($p > 0.05$)(Table 1).

Table 1. Correlation between DHI and variances of static balance

Position	F1	F2-4	F5-6	F7-8	ST
NO	0.050 (0.793)	-0.243 (0.195)	0.084 (0.658)	-0.035 (0.854)	0.086 (0.652)
NC	0.396* (0.030)	-0.018 (0.925)	0.017 (0.931)	0.156 (0.410)	0.009 (0.963)
PO	-0.194 (0.303)	-0.142 (0.453)	0.017 (0.930)	0.017 (0.930)	-0.055 (0.772)
PC	-0.034 (0.859)	-0.061 (0.748)	0.006 (0.977)	0.045 (0.813)	-0.132 (0.486)
HR	0.009 (0.964)	0.111 (0.560)	0.004 (0.985)	0.229 (0.224)	0.135 (0.476)
HL	-0.069 (0.718)	-0.063 (0.742)	-0.011 (0.952)	0.098 (0.606)	0.086 (0.652)
HB	0.375* (0.041)	0.219 (0.245)	0.471* (0.009)	-0.035 (0.854)	0.132 (0.488)
HF	0.334 (0.077)	0.287 (0.131)	0.404* (0.030)	0.483* (0.008)	0.403* (0.030)

Values represent Pearson correlation coefficient (p value). NO: Normal position with eyes open, NC: Normal position with eyes closed, PO: eyes open on pillows, PC: eyes closed on pillows, HR: Head turned right and eyes closed, HL: Head turned left and eyes closed, HB: Eyes closed raising head backward by 30o, HF: eyes closed with head forward approximately 30o, F: Fourier Harmony Index, ST: Stability index. *$p<0.05$.

3) 푸리에지수(F5–6)

NO, NC, PO, PC, HR, 그리고 HL에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았고($p>0.05$), HB와 HF자세에서 중등도의 상관관계를 보였다($p<0.05$)(Table 1).

4) 푸리에지수(F7–8)

NO, NC, PO, PC, HR, HL 그리고 HB에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았고($p>0.05$), HF자세에서 중등도의 상관관계를 보였다($p<0.05$)(Table 1).

5) 안정지수(ST)

NO, NC, PO, PC, HR, HL 그리고 HB에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았고($p>0.05$), HF자세에서 중등도의 상관관계를 보였다($p<0.05$)(Table 1).

고 찰

본 연구의 목적은 어지러움의 정도가 균형에 관여하는 감각의 혼란 또는 부재로 인해 정적 균형에 영향을 미치는지 알아보기 위하여, 어지러움을 객관적으로 평가할 수 있는 DHI와 정적 균형능력을 평가하는 FI와 ST 간의 상관관계를 알아보았다. 본 연구 결과, NC에서 DHI 점수가 높을수록 FI의 F1에서 유의한 양의 상관관계를 보였고, HB에서 DHI 점수가 높을수록 F1과 F5-F6에서 유의한 양의 상관관계를 보여주었다. 또한, HF에서는 F5-F6, F7-8, 그리고 ST와 DHI의 점수가 유의한 양의 상관관계를 보여주었다.

안뜰기관은 머리의 움직임과 위치에 많은 영향을 받는다. 예를 들어, 머리를 왼쪽으로 돌리면 왼쪽 수평 반고리관의 수용기가 흥분되고 오른쪽 귀 수평 반고리관 수용기가 억제된다.[37] 따라서, HL 및 HR 자세에서는, 눈을 감고 고개를 돌리기 때문에, 시야가 차단되고 편측 수평 반고리관이 억제된다. 본 연구 결과, HL 자세와 HR 자세에서 정적 균형의 변수와 DHI 간에는 유의한 상관관계가 없었다. 이는 어지러움 정도와 편측 수평 반고리관의 억제 혹은 활성이 정적 균형에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 한편, 안뜰의 이석기관에서는 머리의 기울기에 따라 이석이 중력방향으로 변위되어 수용기가 머리의 기울기를 감지한다.[35] HB 및 HF 자세는 눈을 감고 머리를 폄하거나 굽힘을 하기 때문에, 시각적 차단과 안뜰의 등근주머니, 타원주머니와 관련된 이석기관의 감각 혼란을 유발한다.[36] 본 연구 결과 DHI 점수와 HB 조건에서 F1, F5-6 대역과 HF에서 F5-6, F7-8 대역과 유의한 상관관계를 보였다. 이는 어지러움의 정도가 심할수록 머리 회전과 관련된 수평 반고리관 감각보다는 머리 기울임과 관련된 이석기관의 감각 혼란이 정적 균형에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

FI 분석에서 비정상적으로 높은 F1 값은 일반적으로 시각 조절에 이상이 있음을 나타내며,[28-30,33] NC와 HB은 조건에서 DHI 점수와 유의한 양의 상관관계를 보였다. 본 연구 결과에서 F1과 유의한 상관관계를 보이는 것은 어지럼증이 심할수록 시각 차단 상태에서 시각 조절에 대한 혼란과 관련이 있는 것으로 해석된다. 이전 연구에서 어지럼증 환자는 균형 조절 전략을 유지하기 위해 시각보다는 체성감각에 더 의존하는 것으로 보고되었다.[38] 이는 어지럼증이 심할수록 시각 차단 상황이 더 의존적인 체성감각 상황으로 이어져 시각 조절을 방해할 수 있음을 시사한다. 시선 안정성을 유지하는 안뜰 시스템은 시각 시스템과 밀접한 관련이 있다.[39,40] 안뜰계와 관련한 심각한 어지럼증이 발생하면, 안구 운동을 제어하고 물체에 초점을 유지하는 능력에 영향을 미칠 수 있다.[41] 이는 시각적 조절의 혼란을 야기시켜 환경 또는 물체를 정확하게 인식하기 어렵게 만든다.[41] 또한 시각적 신호가 처리되지 않기 때문에 눈을 감았을 때 균형과 공간 방향을 유지하기 어려울 수 있다.[42] 이로서 어지럼증 환자가 눈을 감는 것은 더 어지럽고 시각 조절을 혼란스럽게 만들 수 있는 것으로 사료된다.

F5-6 대역 중 HB와 HF 자세에서 DHI 점수와 유의한 양의 상관관계를 보였고, F7-8 대역에서는 HF에서 유의한 양의 상관관계를 보였다. 또한, ST와 DHI 점수 간에 유의한 양의 상관관계를 보였다. 비정상적으로 높은 F5-6 값은 일반적으로 하지의 체성감각 피드백의 이상을 반영한다.[28-30,33] 이는 어지럼증이 심할수록 시각 차단과 안뜰 감각을 혼란시키는 자세에서 체성감각 피드백이 비정상임을 시사한다. HB와 HF 자세는 눈을 감고 머리를 폄하거나 굽힘을 하기 때문에, 시

https://doi.org/10.18857/jkpt.2023.35.4.105

각적 차단과 안뜰의 반고리관 및 이석기관의 감각 혼란을 유발하는 자세이다.[36] F7-8 대역은 중추신경계 이상 또는 기능 저하로 인해 자세 불안정이 발생할 때 높은 값을 나타낸다.[26,28-30,33,36,43] 이는 시각차단과 안뜰 감각의 혼란시키는 조건에서 어지럼증이 심할수록 중추신경계 기능이 저하되고, 균형의 안정성이 떨어지는 것으로 해석된다. 머리와 목 근육의 반사 조절은 내측 안뜰 척수로(Medial vestibular spinal tract, MVST)을 통해 발생한다. 이 신경로는 공간에서 머리를 안정화하고 시각 조절 역할을 하는 안뜰 반사(Vestibulo cervical reflex)와 관련이 있다.[44] MVST은 흥분성 신호와 억제성 신호를 모두 전달하여 척수의 목 굽힘과 폄 운동 뉴런을 자극한다. 따라서 머리의 기울임에 따른 어지러움이 올라가고,[45,46] 안뜰감각의 머리 안정화를 위한 목 근육 수축 조절에 혼란을 야기됨에 따라 체성감각 이상과 중추신경계 기능 저하가 발생되어 정적 균형능력에 영향이 있는 것으로 사료된다. 선행 연구에서는 눈을 감은 상태에서 머리의 기울임이 균형에 대해 미치는 영향을 연구하였고 머리를 30도 폄할 때, 정적 균형의 흔들림이 증가되었다고 보고하였다.[47] Buckley 등[48]의 연구에서 머리 굽힘이 정적 균형의 발목의 앞뒤 흔들림이 커지는 것을 관찰하였고, Kazuhiro 등[46]의 연구에서는 머리를 위치 변화가 어지럼 정도가 심해진다는 결과를 보여주었다. Takahashi 연구[49]에서 어지럼증이 있는 환자들이 머리 굽힘을 할 때, 더 많은 어지럼증을 보여주었다. 따라서 본 연구에서 HF자세에서는 HB와 달리 FI뿐만 아니라 ST도 어지러움 정도와 유의한 상관관계를 나타내어, 머리를 폄 하는 것보다 머리를 굽힘하는 것이 어지럼증이 심한 사람일수록 정적 균형 능력에 영향을 미친다는 사실을 반영한다.

결론적으로, 본 연구는 어지럼증의 객관적 평가 도구인 DHI를 이용하여 정적 균형의 변수들과의 상관관계를 연구하였다. 본 연구 결과, 눈을 감은 자세나 머리의 기울임에 따른 어지럼증 증가는 감각 기능의 저하를 일으키며 이는 결국 정적 균형에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구의 제한점으로는 DHI를 통해 병적인 대상자와 정상인을 명확히 구분하여 비교하지 못했다는 점, 그리고 20대 성인만을 대상으로 한 연구 범위의 한정성이 있다. 또한, 본 연구는 어지럼증의 원인이나 종류를 따로 고려하지 않고 DHI만을 이용하여 평가했다는 점 또한 한계로 인식된다. 어지럼증의 원인이나 유형에 따라 균형 장애의 수준이나 특성이 달라질 수 있음을 감안하면, 이러한 요소들을 고려한 추가적인 분석이 요구된다. 마지막으로, 이 연구는 DHI와 정적 균형의 관계를 단순히 보여주는 것에 그쳐, 어지럼증이 정적 균형에 어떤 신체 메커니즘이나 생리학적 경로를 통해 영향을 미치는지에 대한 깊이 있는 설명은 부족하다는 점이다. 향후 연구에서는 DHI를 이용하여 어지럼증 환자와 정상인을 더 정확하게 구분하고, 구분된 집단 간에 정적 균형 변수에서의 차이를 분석해야 한다. 또한, 어지럼증의 다양한 원인과 유형을 고려하여 이들이 정적 균형에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구도 필요하다.

REFERENCES

1. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? age ageing. 2006; 35(suppl_2):ii7-11.
2. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 5th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2016:153-82, 198-204.
3. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T et al. Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2015;45:1721-38.
4. Cadore EL, Rodríguez-Mañas L, Sinclair A et al. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. Rejuvenation Res. 2013;16(2):105-14.
5. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. NSW Public Health Bull. 2011;22(4):78-83.
6. Neuhauser H, Von Brevern M, Radtke A et al. Epidemiology of vestibular vertigo: a neurotologic survey of the general population. Neurology. 2005;65(6):898-904.
7. Kerber KA, Baloh RW. The evaluation of a patient with dizziness. Neurol Clin Pract. 2011;1(1):24-33.
8. Denny-Brown DE. Neurologic aspects of vertigo. New Engl J Med. 1949; 241(4):144-5.
9. Bronstein AM. Multisensory integration in balance control. Handb Clin Neurol. 2016;137:57-66.
10. Lee H. Neuro-otological aspects of cerebellar stroke syndrome. J Clin Neurol. 2009;5(2):65-73.
11. Angelaki DE, Cullen KE. Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. Annu Rev Neurosci. 2008;31:125-50.
12. Brandt T, Brandt T. Vestibular cortex: its locations, functions, and disorders. Ann N Y Acad Sci. 2003:219-31.
13. Hain TC, Uddin M. Pharmacological treatment of vertigo. CNS Drugs. 2003;17:85-100.
14. Baloh RW. Differentiating between peripheral and central causes of vertigo. Otolaryngol Head Neck Surg. 1998;119(1):55-9.
15. Newman-Toker DE, Edlow JA. Titrate: a novel, evidence-based approach to diagnosing acute dizziness and vertigo. Neurol Clin. 2015;33(3):577-99.
16. Shepard NT, Telian SA. Programmatic vestibular rehabilitation. Otolaryngol Head Neck Surg. 1995;112(1):173-82.
17. Halmagyi GM. Diagnosis and management of vertigo. Clin Med. 2005; 5(2):159.
18. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC et al. Disorders of balance and vestibular function in us adults: data from the national health and nutrition examination survey. Arch Intern Med. 2001-2004. 2009;169(10):938-44.
19. Le TN, Westerberg BD, Lea J. Vestibular neuritis: recent advances in etiology, diagnostic evaluation, and treatment. Adv Otorhinolaryngol. 2019; 82:87-92.
20. Bhattacharyya N, Gubbels SP, Schwartz SR et al. Clinical practice guideline: benign paroxysmal positional vertigo (update). Otolaryngol Head Neck Surg. 2017;156(3_suppl):S1-47.

21. Muncie Jr HL, Sirmans SM, James E. Dizziness: approach to evaluation and management. Am Fam Phys. 2017;95(3):154-62.
22. Dunlap PM, Holmberg JM, Whitney SL. Vestibular rehabilitation: advances in peripheral and central vestibular disorders. Curr Opin Neurol. 2019;32(1):137-44.
23. Zingler VC, Cnyrim C, Jahn K et al. Causative factors and epidemiology of bilateral vestibulopathy in 255 patients. Ann Neurol. 2007;61(6):524-32.
24. Alhabib SF, Saliba I. Video head impulse test: a review of the literature. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2017;274:1215-22.
25. Jacobson GP, Newman CW. The development of the dizziness handicap inventory. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1990;116(4):424-7.
26. Diraçoğlu D, Cıhan C, İşsever H et al. Servikal radikülopatili hastalarda postüral performans. Turk Fiz Tip Rehab Derg. 2009;55(4).
27. Friedrich M, Grein HJ, Wicher C et al. Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. Exp Brain Res. 2008; 186:305-14.
28. Morad Y, Azaria B, Avni I et al. Posturography as an indicator of fatigue due to sleep deprivation. Aviat Space Environ Med. 2007;78(9):859-63.
29. Niederer I, Kriemler S, Zahner L et al. Influence of a lifestyle intervention in preschool children on physiological and psychological parameters (ballabeina): Study design of a cluster randomized controlled trial. BMC Public Health. 2009;9(1):1-11.
30. Sartorio A, Lafortuna C, Conte G et al. Changes in motor control and muscle performance after a short-term body mass reduction program in obese subjects. J Endocrinol Invest. 2001;24(6):393-8.
31. Schwartz S, Segal O, Barkana Y et al. The effect of cataract surgery on postural control. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005;46(3):920-4.
32. Schwesig R, Goldich Y, Hahn A et al. Postural control in subjects with visual impairment. Eur J Ophthalmol. 2011;21(3):303-9.
33. Steinberg N, Eliakim A, Pantanowitz M et al. The effect of a weight management program on postural balance in obese children. Eur J Pediatr. 2013;172:1619-26.
34. Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination. Int J Aging Hum Dev. 1986;23(2):97-114.
35. Fernandez C, Goldberg JM. Physiology of peripheral neurons innervating otolith organs of the squirrel monkey. Ii. Directional selectivity and force-response relations. J Neurophysiol. 1976;39(5):985-95.
36. Kim HS, Yun DH, Yoo SD et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. Ann Rehabil Med 2011;35(5):701-9.
37. Shotwell S, Jacobs R, Hudspeth AJ. Directional sensitivity of individual vertebrate hair cells to controlled deflection of their hair bundles. Ann NY Acad Sci. 1981;374(1):1-10.
38. Okumura T, Horii A, Kitahara T et al. Somatosensory shift of postural control in dizzy patients. Acta Otolaryngol. 2015;135(9):925-30.
39. Ezure K, Graf W. A quantitative analysis of the spatial organization of the vestibulo-ocular reflexes in lateral-and frontal-eyed animals I. Orientation of semicircular canals and extraocular muscles. Neuroscience. 1984; 12(1):85-93.
40. Wilson V, Boyle R, Fukushima K et al. The vestibulocollic reflex. J Vest Res.1995;5(3):147-70.
41. Grossman GE, Leigh RJ. Instability of gaze during locomotion in patients with deficient vestibular function. Ann Neurol. 1990;27(5):528-32.
42. Black FO, Wall C, Nashner LM. Effects of visual and support surface orientation references upon postural control in vestibular deficient subjects. Acta Otolaryngol. 1983;95(1-4):199-210.
43. Kim TH, Yi JH, Oh SG. Staticposture stability evaluation of female elderly using stability evaluation device. J Kor Academia Industrial. 2011; 12(12):5518-24.
44. Peterson BW, Goldberg J, Bilotto G et al. Cervicocollic reflex: its dynamic properties and interaction with vestibular reflexes. J Neurophysiol. 1985; 54(1):90-109.
45. Dieterich M. Dizziness. Neurologist. 2004;10(3):154-64.
46. Hirasawa K, Otsuka K, Yoshino K et al. Efficacy of chotosan in dizziness induced by head rotation or extension in the standing position: a retrospective study. Int Medical J. 2022;29(2).
47. Paloski WH, Wood SJ, Feiveson AH et al. Destabilization of human balance control by static and dynamic head tilts. Gait posture. 2006;23(3):315-23.
48. Buckley JG, Anand V, Scally A et al. Does head extension and flexion increase postural instability in elderly subjects when visual information is kept constant? gait posture. 2005;21(1):59-64.
49. Takahashi S. Importance of cervicogenic general dizziness. J Rural Med. 2018;13(1):48-56.

https://doi.org/10.18857/jkpt.2023.35.4.105