



Clinical Characteristics of the Patients with Dizziness after Car Accidents

Young Min Hah, Chul Won Yang, Sang Hoon Kim,
Seung Geun Yeo, Moon Suh Park, and Jae Yong Byun

Department of Otorhinolaryngology-Head & Neck Surgery, Kyung Hee University Hospital at Gangdong,
Kyung Hee University School of Medicine, Seoul, Korea

교통사고로 인한 어지럼 환자의 임상양상

하영민 · 양철원 · 김상훈 · 여승근 · 박문서 · 변재용

경희대학교 의과대학 강동경희대학교병원 이비인후과학교실

Received February 4, 2017

Revised April 28, 2017

Accepted May 2, 2017

Address for correspondence

Jae Yong Byun, MD, PhD
Department of Otorhinolaryngology-
Head & Neck Surgery,
Kyung Hee University
Hospital at Gangdong,
Kyung Hee University
School of Medicine,
892 Dongnam-ro, Gangdong-gu,
Seoul 05278, Korea
Tel +82-2-440-7321
Fax +82-2-440-7366
E-mail Otorhino512@naver.com

Background and Objectives With increasing frequency of car accidents, patients of dizziness caused by car accidents are also increasing. Various types of dizziness or vertigo can occur from car accidents depending on different injury mechanisms. Since accurate diagnosis is important for providing proper treatments, we evaluated clinical characteristics related to vestibular function of patients with dizziness caused car accidents.

Subjects and Method In this retrospective case review study that runs from January 2011 to March 2013, a total of 82 patients with dizziness following car accident were enrolled consecutively. We analyzed the final diagnosis of dizziness according to different mechanisms of injury during car accident through clinical record review. Patients who developed dizziness within one month of car accident were included, excluding those who had temporal bone fracture and previous history of dizziness.

Results Of the different types observed, 36.6% was head injury, 24.4% whiplash injury, 3.7% complex injury, 2.4% others and the rest was unknown. In the final diagnosis, the different types included 36.6% benign paroxysmal positional vertigo (BPPV), 23.2% unclassifiable dizziness, 18.3% cervical vertigo, 7.3% labyrinthine concussion, 3.7% BPPV with labyrinthine concussion and the rest was others. Of the different types of dizziness symptoms, 58.5% was headache, 45.1% was audiologic symptoms, and others included earfullness, tinnitus and hearing disturbance. Tinitogram and pure tone audiogram results show that 2.9% (27 people) of patients have tinnitus and 7.3% (6 people) have hearing disturbance.

Conclusion An accurate diagnosis and timely management would be very important in forming a proper approach for post traumatic vertigo patients.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2017;60(8):390-5

Key Words Car accident · Dizziness · Vertigo.

서 론

교통사고는 충격의 종류에 따라 다양한 두부 및 경부의 손

상을 일으킬 수 있다. 교통사고 시 발생하는 손상 기전은 크게 두부를 직접 부딪히는 둔상(collision)과 가속과 감속에 의한 (deceleration/acceleration) 경부의 편타성 손상(whiplash injury)으로 나눌 수 있다.¹⁾ 이러한 두부 혹은 경부의 손상은 영상학적 검사에서 두개저 골절이나 두개와 경부 점점 부위의 해부학적인 이상 소견이 없음에도 불구하고 청각과 전정

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

기관의 기능 이상을 포함하여 다양한 증상을 유발하고 초래할 수 있어, 어지럼증, 난청, 이명, 두통, 불면, 시각 장애 및 집중 저하 등의 다양한 증상이 발생할 수 있다.¹⁾ 특히 두통과 어지럼증은 가벼운 두부 외상에 의하여도 흔히 나타날 수 있는 증상으로 수상 후 수개월 이상 증상이 지속되는 경우도 많은 것으로 보고되었다.^{2,3)} 편타성 손상을 받은 경우에도 5~50%에서 다양한 어지럼증과 청각 이상 증상이 나타났다.^{4,5)}

어지럼증은 두부 외상 후 발생하는 가장 빈번한 합병증 중 하나로 현훈(vertigo)뿐 아니라 현기증(light-headedness)부터, 평형이상(disequilibrium)까지 다양한 증상이 발생한다.^{6,7)} 교통사고 후 발생하는 어지럼증의 원인은 다양하며 정확한 병인을 규명하기 어려울 수 있다. 하지만 두경부 손상에 의해 다양한 어지럼증이 발생함을 이해하고 규명하려 노력한다면 보다 많은 수에서 진단할 수 있을 것이며, 이는 환자에게 올바른 진료를 할 수 있는 시작이 될 것이다. 교통사고 후 영상의학적인 이상 소견 없이 일시적인 의식 소실, 지남력 저하, 어지럼증 및 비특이적 국소 신경 손상 증상과 같은 뇌기능장애가 나타나는 것을 경도 외상성 뇌손상(mild traumatic brain injury)이라고 하는데, 이는 소송 등의 법적인 문제를 일으킬 수 있으므로 어지럼증에 대해서 그 원인을 찾기 위한 노력이 필요할 것이다.⁸⁾ 하지만 교통사고와 같은 외상으로 인해 발생한 어지럼증의 분류 및 병인에 대한 연구는 드물다. 따라서 본 연구에서는 교통사고 이후 발생한 어지럼증 환자들을 대상으로 손상 기전, 진단명, 관련 증상 등에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

2011년 1월부터 2013년 3월까지 교통사고 후 발생한 어지럼증을 주 증상으로 내원한 환자 중 이비인후과로 의뢰된 92명의 환자를 대상으로 하였다. 사고와 증상의 인과관계를 고려하여 교통사고 이후 1개월 이내에 어지럼증이 발생한 경우만 포함시켰으며 컴퓨터단층촬영 결과 측두골 골절을 포함한 중등도 이상의 뇌손상과 과거 어지럼증 병력이 있는 경우는 제외하였다. 측두골 골절을 포함한 중등도 뇌손상은 5명, 과거 어지럼증 병력이 있었던 환자 2명, 사고 1개월 이후 어지럼증이 발생한 3명을 제외한 82명의 환자가 연구에 포함되었으며 모두 청력 검사 및 전정 기능 검사를 시행하였다. 후향적 분석을 통해 사고 시 발생한 수상의 종류, 동반 증상, 진단된 어지럼증의 종류를 분석하였다. 이 연구는 경희대학교병원 Institutional Review Board(IRB)의 승인하에 진행되었다(IRB No. 2015-12-025-005).

어지럼증의 진단 기준

양성 발작성 두위현훈증(benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)은 Dix-Hallpike 검사와 roll 검사를 통한 두부 위치 변화에 따른 어지럼증과 특징적인 안진이 나타나는 경우 진단하였고, 경추성 현훈증(cervical vertigo)은 Brandt와 Bronstein⁹⁾의 제안에 따라 경추나 어깨 부위의 통증, 불편감을 동반한 어지럼증이 있고 두부 또는 경부 움직임에 의해 어지럼증이 생겨나거나 심화가 되며 또한 전정 기능 검사와 청각신경검사에서 이상 소견이 없는 경우로 하였다. 미로 진탕(labyrinthine concussion)은 Choi 등¹⁰⁾의 경우와 같이 영상학적검사상 손상이 없고 수상 이전 증상이 없었으며 수상 후 어지럼, 이명 유무와 관계없이 순음청력 검사상 25 dB 이상의 감각 신경성 난청 소견을 보인 경우로, 전정신경병증(vestibular neuropathy)은 하루 이상 지속되는 오심, 구토를 동반한 회전성 어지럼을 호소하는 환자들 중 진찰 소견상 방향이 일정한 자발안진과, 두부충동검사상 양성 소견을 보이거나, 양온 교대검사상 Jongkee's index 25% 이상의 반고리관 마비를 보이는 경우로 정의하였다.¹¹⁾

편두통성 현훈증(vestibular migraine)은 Bárány Society와 International Headache Society가 제안한 기준에 따라 분류하였으며,¹²⁾ 다른 검사에서는 특이 소견이 없었으나 ocular vemp 검사에서만 이상 소견을 보인 경우가 있어 이를 단독 난향성 기능부전으로 분류하였다. 이 외에도, 환자는 어지럼증을 호소하였으나 진찰 소견 및 전정 기능 검사상 상기 진단 기준에 합당하지 않는 경우 경증의 뇌진탕(concussion)에 해당할 가능성이 있고 이는 모두 분류할 수 없는 경우(unclassified dizziness)에 포함하였다.

교통사고 두부 손상 기전

손상 기전은 두부를 직접 수상한 두부 외상, 편타성 손상, 그 외 두개와 경부를 제외한 흉부 외상, 요추 손상 등의 기타 손상으로 나누었다. 손상 기전별로 어지럼에 대한 진단, 어지럼과 동반된 증상 등을 조사하여 임상양상을 분석하였다.

통 계

모든 통계 분석은 Statistical Package for the Social Sciences(SPSS, version 20.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 수상 기전에 따른 동반 증상의 빈도 및 양성 발작성 두위현훈증의 손상 기전별 임상양상 및 동반 증상을 알아보기 위하여 chi-square test를 시행하였고, p value <0.05 일 경우를 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 보았다.

결 과

총 82명의 환자 중 남자는 30명으로 36.6%, 여자는 52명 63.4%로 여성이 더 높은 빈도로 나타났다. 40~49세 사이의 연령층이 30명으로 가장 많았으며 50~59세 사이의 연령층이 21명으로 그 뒤를 이었다(Table 1).

교통사고로 인해 발생한 어지럼증의 최종 진단

전정 기능 검사와 문진 등을 통해 밝혀진 최종 진단 중 가장 많은 분포를 차지한 것은 양성 발작성 두위현훈증(BPPV)으로 전체 82명 중 30명(36.6%)에 해당하였다. 진단명을 명확히 분류할 수 없었던 경우가 19명(23.2%)으로 두 번째로 높은 분포를 보였으며 경추성 현훈증이 15명(18.3%)으로 뒤를 이었다. 미로 진탕(labyrinthine concussion)이 6명(7.3%), 미로 진탕(labyrinthine concussion)과 BPPV가 동반된 경우가 3명(3.7%)이었으며, 난형낭 기능부전(utricle dysfunction)이 3명(3.7%), 전정신경병증(vestibuloneuropathy)과 외상 후 메니에르 병(Meniere's disease)이 각각 2명(2.4%), 1명(1.2%)으로 나타났다. 그 외에도 편두통성 현훈증은 2명(2.4%), 외림프 누공은 1명(1.2%)의 빈도를 보였다(Table 2).

Table 1. Demographics of the patients with dizziness after car accident

Characteristics	Age (years)	Patient, n
Ages	Under 10	2
	10-19	4
	20-29	5
	30-39	9
	40-49	30
	50-59	21
	60-69	10
	Over 70	1
Mean age \pm SD	45.20 \pm 13.79	
Male/female	30/52	

손상 기전

교통사고로 인한 외상의 종류에 따라 분류하였을 때에는 두부 외상이 30명(36.6%)으로 가장 많은 비중을 차지하였고, 손상 기전을 알 수 없는 경우가 27명(32.9%)으로 두 번째로 높은 분포를 보였다. 편타성 손상은 20명(24.4%), 두부 외상과 편타성 손상이 복합된 경우가 3명(3.7%), 흉부 외상, 요추 손상 등의 기타 손상이 2명(2.4%)의 순서로 나타났다(Table 2).

동반 증상

교통사고 후 발생한 어지럼증과 동반된 증상들로는 두통이 48명(58.5%)으로 가장 많았으며, 청각 증상이 37명(45.1%)으로 두 번째로 많게 나타났다. 청각 증상은 이명 27명(32.9%), 이충만감 9명(10.9%), 난청 7명(8.5%), 청각 과민증 2명(2.4%)의 순이었다. 경부 통증이 16명(19.5%)으로 청각 증상 다음으로 많이 동반되었으며, 기억 상실, 후각 저하, 언어 장애 등의 신경학적 증상과 불안, 우울, 악몽을 비롯한 수면 장애 등의 정신과적 증상은 각각 9명(10.9%), 4명(4.9%)의 순으로 나타났다. 동요시(oscillopsia), 시력 저하, 시야 흐림과 같은 시각적 증상 또한 8명(9.8%)의 빈도를 보였다(Table 3).

교통사고 시 외상 기전에 따라 진단된 어지럼증을 조사한 결과, 두부 외상의 경우는 전체 30명 중 11명이 양성 발작성 두위현훈증으로 진단되었으며, 편타성 손상의 경우 전체 20명 중 8명이 경추성 현훈증으로 진단되어 손상 기전별로 다빈도 발생 어지럼증의 종류에 차이가 있었다(Table 2). 미로 진탕 환자 6명 중 4명은 두부 외상, 1명은 원인 미상의 손상, 1명은 흉부 외상으로 편타성 손상을 받은 환자들 중 미로 진탕으로 진단된 경우는 없었다. 양성 발작성 두위현훈증 환자 30명 중 원인 미상의 손상이 13명, 두부 외상은 11명, 편타성 손상은 6명으로 조사되었다(Table 2). 두부 손상은 양성 발작성 두위현훈증뿐만 아니라 경추성 현훈증, 난형낭 기능부전, 전정신경병증, 메니에르 병 등 다양한 어지럼증으로 병발한 반면 편타성 손상의 경우 양성 발작성 두위현훈증(6명)과 경추성 현훈증(8명)이 대부분을 차지하였다.

Table 2. Classified dizziness according to injury mechanism

	Total	Head trauma	Whiplash	Unknown	Mixed	Others [†]
BPPV	30 (36.6)	11 (36.7)	6 (30.0)	13 (48.2)	0 (0)	0 (0)
Cervical vertigo	15 (18.3)	1 (3.3)	8 (40.0)	4 (14.8)	2 (66.7)	0 (0)
Labyrinthine concussion	6 (7.3)	4 (13.3)	0 (0)	1 (3.7)	0 (0)	1 (50)
BPPV with labyrinthine concussion	3 (3.7)	2 (6.7)	1 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Unclassifiable	19 (23.2)	7 (23.3)	5 (25.0)	6 (22.2)	0 (0)	1 (50)
Others*	9 (10.9)	5 (16.7)	0 (0)	3 (11.1)	1 (33.3)	0 (0)
Total	82	30 (36.6)	20 (24.4)	27 (32.9)	3 (3.7)	2 (2.4)

Data are n (%). *utricle dysfunction 3 (3.7%), vestibuloneuropathy 2 (2.4%), Meniere's disease 1 (1.2%), vestibular migraine 2 (2.4%), perilymph fistula 1 (1.2%), [†]chest trauma 1 (1.2%), back trauma 1 (1.2%). BPPV: benign paroxysmal positional vertigo

외상의 종류에 따른 동반 증상은 두통이 두부 외상에서 유의하게 많았으며($p=0.025$), 경부 통증은 두부 외상의 경우 6명(7.1%), 편타성 손상의 경우 8명(9.4%), 기타 손상 기전 2명(2.4%)으로 나타났다(Table 3).

사고 후 증상 발생까지의 기간

교통사고 후 증상 발생까지의 기간은 어지럼증 종류에 관계 없이 사고 직후 바로 발생한 경우가 가장 많았다. 양성 발작성 두위현훈증 환자 30명 중 사고 직후 어지럼증이 발생한 경우가 27명(84.3%), 한 달 이내에 발생한 경우가 3명(15.7%)으로 나타났다. 경추성 현훈증 환자 15명 중 10명(66.7%), 미로 진탕 6명 중 5명(83.3%) 또한 사고 직후 어지럼증이 발생한 비율이 높았다.

양성 발작성 두위현훈증

진단된 어지럼증 환자군 전체 중에서 양성 발작성 두위현훈

증 환자군의 손상 기전별 임상양상을 정리하였다(Fig. 1). 양성 발작성 두위현훈증 환자 30명 중 두부 외상으로 인한 경우는 10명, 편타성 손상은 5명, 기타 손상이 12명으로 나타났다. 관내결석의 경우 후반고리관의 양성 발작성 두위현훈증이 8명, 수평반고리관이 8명, 상반고리관이 2명으로 후반고리관과 수평반고리관이 비슷하게 많았다. 각각의 반고리관별로 손상 기전의 분포는 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 1). 두 개 이상의 반고리관을 다발성으로 침범한 경우는 4명, 양측성 침범은 3명으로 나타났다. 팽대부릉정 결석은 2명으로 모두 수평반고리관에 발생하였으며, 2명 다 두부 외상으로 인한 경우였지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 가장 많이 동반된 증상은 두통(13명)과 청각 증상(13명)이었고 그 다음으로 경부 통증(6명)의 순이었다. 경부 통증을 호소한 경우는 6명으로 모두 두부 외상이나 편타성 손상에 의해 발생한 경우였다. 이 외에 두통, 청각 증상, 시각 증상, 신경학적 증상에 있어 손상 기전별 분포의 유의한 차이는 보이지 않았다(Fig. 2).

Table 3. Associated symptoms according to injury mechanism

	Total	Head trauma	Whiplash	Others	p-value
Headache	48 (58.5)	22 (26.8)	13 (15.3)	13 (15.3)	0.025*
Audiologic symptom					
Hearing loss	7 (8.5)	4 (4.7)	1 (1.2)	2 (2.4)	0.603
Tinnitus	27 (32.9)	6 (7.1)	8 (9.4)	13 (15.9)	0.171
Earfullness	9 (10.9)	2 (2.4)	2 (2.4)	5 (5.9)	0.611
Neck pain	16 (19.5)	6 (7.1)	8 (9.4)	2 (2.4)	0.012*
Visual symptom	8 (9.8)	5 (5.9)	1 (1.2)	2 (2.4)	0.397
Neurologic symptom†	9 (10.9)	5 (5.9)	2 (2.4)	2 (2.4)	0.401
Psychological symptom‡	4 (4.9)	2 (2.4)	2 (2.4)	0 (0.0)	0.173
Other non-specific symptom	26 (31.7)	12 (14.1)	5 (5.9)	9 (10.6)	0.517

Data are n (%). *statistically significant, $p<0.05$, †neurologic symptoms include memory loss 6, hyposmia 2, verbal disturbance 1, ‡psychological symptoms include anxiety 1, depression 1, sleep disturbance 2

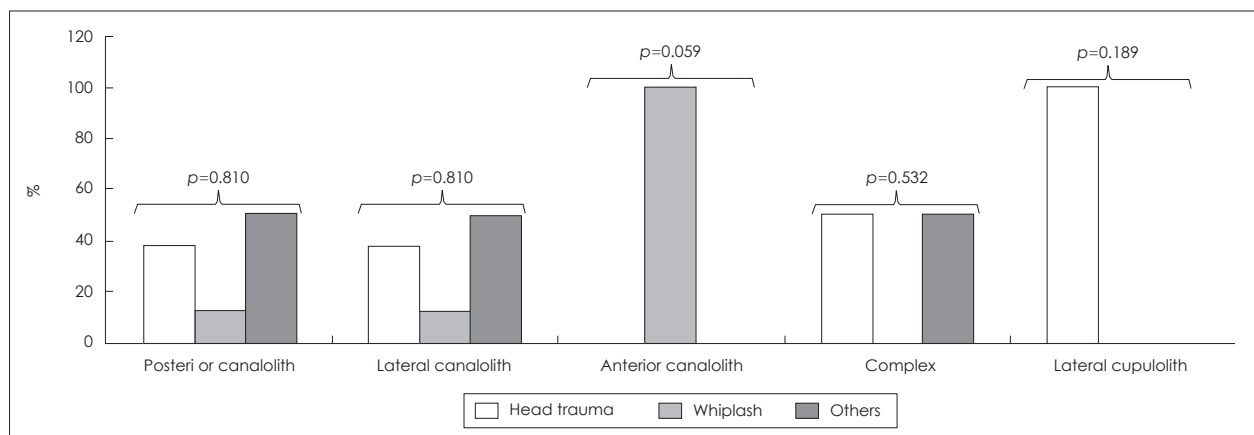


Fig. 1. Affected semicircular canal of traumatic BPPV according to injury mechanism. Among the canalolithiasis, there were 8 cases of posterior semicircular canal BPPV, 8 cases of lateral semicircular canal, 2 cases of superior semicircular canal. There were 2 cases of lateral cupulolithiasis. There was no statistically significant difference according to injury mechanisms. BPPV: benign paroxysmal positional vertigo.

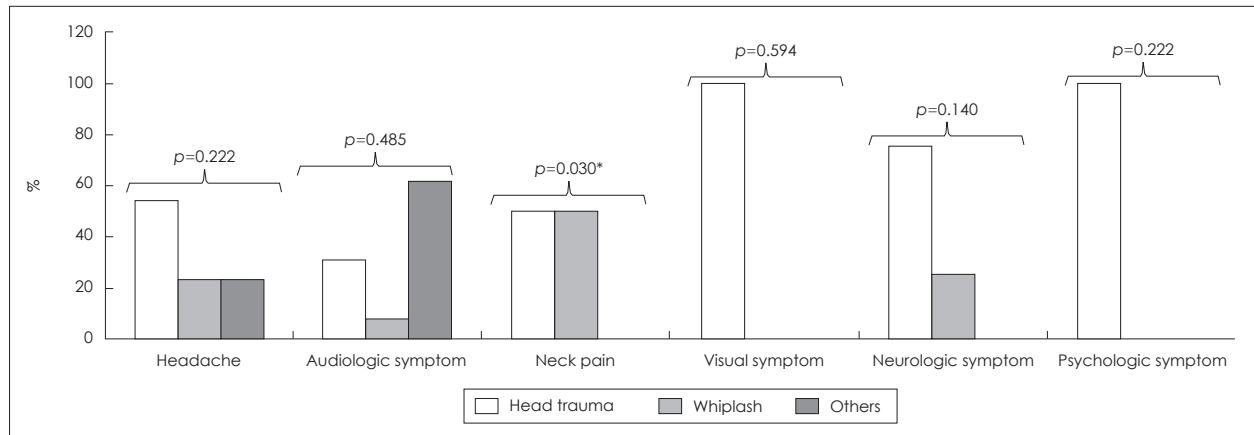


Fig. 2. Comparison of associated symptom in traumatic BPPV patients according to injury mechanism. The most common associated symptoms were headache (13 patients) and auditory symptoms (13 patients) followed by neck pain. Neck pain was reported in 6 cases, all of which were caused by head trauma or whiplash injury. There was no statistically significant difference according to injury mechanisms. *statistically significant, $p < 0.05$. BPPV: benign paroxysmal positional vertigo.

양성 발작성 두위현훈증 환자에서 사고 이후 증상 발생까지의 기간은 손상 기전별로 유의한 차이 없이 사고 직후 발생한 경우가 가장 많았고, 손상 방향에 따른 양성 발작성 두위현훈증의 병발위치의 차이는 없었다.

고 찰

이 연구에서는 교통사고 이후 경도 외상성 뇌손상(mild traumatic brain injury) 환자들의 두부 혹은 경부의 손상 종류, 기전에 따라 다양하게 나타날 수 있는 어지럼증과 그 동반 증상의 임상양상을 분석하여 정리하였다. 주목할 점은 교통사고 손상 기전의 대부분은 두부의 둔상(36.5%)이나 편타성 손상(24.7%)이었으며, 두부의 둔상에서는 양성 발작성 두위현훈증(23.1%)이 높게 나타나고, 편타성 손상에서는 경추성 현훈증(15.4%)이 높게 나타났다는 것이다. 외상 후 현훈의 관리에 대한 이전 연구에서는 두부, 경부, 두개경부 점점 부위의 충격으로 낙상, 편타성 손상, 물체에 부딪히는 둔상 등의 다양한 손상 기전이 유발될 수 있으며, 이로 인해 유발된 어지럼증 중 가장 많은 것은 양성 발작성 두위현훈증($n=36$)이었으나, 손상 기전과 질환의 종류는 큰 연관성이 없었다고 보고하였다.¹⁾ 그러나 외상의 기전을 분류함에 있어서 두부의 둔상과 편타성 손상이 완전히 독립적일 수가 없고 교통사고의 경우 외상이 매우 복잡한 양상으로 발생할 수 있기 때문에 손상 기전과 질환 사이의 연관성에 대해 보다 체계적인 추가연구가 필요하겠다.

Hoffer 등¹³⁾에 따르면 두부의 외상 이후 어지럼증을 호소하는 환자들 중 41%는 외상 후 전정성 편두통, 28%는 외상 후 체위성 현훈증, 19%는 외상 후 공간 지남력 저하, 나머지 12%는 특성을 명확히 분류할 수 없는 경우로 진단되었다. 본

연구에서는 양성 발작성 두위현훈증이 37.6%로 가장 많았으며, 동반 증상으로 57.6%가 두통을 호소하여 어지럼증 양상이 상기 연구와 비슷한 결과를 보이고 있다. 그러나 명확한 신경학적, 영상학적 이상징후가 없는 환자들도 경부 통증, 두통을 호소하는 경우가 많은 것으로 보고되었고, 어지럼증과 같은 동반 증상들은 주관적 증상이기 때문에 환자들의 정보를 객관화하기 어려우며, 어지럼증의 양상이 복합적으로 나타나는 경향이 있어 진단을 명확히하는 것은 쉽지 않다.^{14,15)} 이전 연구에서도 특성을 명확히 분류할 수 없는 경우가 12%에 해당하였으며, 본 연구에서도 명확히 분류할 수 없는 어지럼증이 23.5%였다.¹³⁾ 이렇게 명확한 원인을 규명하기 어려운 이유는 심인성 어지럼증이나 피병, 외상 후 증후군 등이 있을 수 있을 것으로 생각되며, 이는 향후 많은 연구를 통해 보다 정확한 진단 기준 마련이 필요한 부분으로 생각된다.

외상 후 어지럼증에 대한 다른 연구에 따르면 편타성 손상 이후 발생한 양성 발작성 체위현훈증 환자는 약 33.9%였으며, 이 중 후반고리관 결석이 16명, 수평반고리관이 2명으로 후반고리관 결석이 가장 많았던 것으로 보고되어 본 연구와 비슷한 결과를 보였다.¹⁶⁾ 또 다른 연구에서는 외상 이후 발생한 양성 발작성 두위현훈증을 외상성 양성 발작성 두위현훈증(trumatic BPPV)이라고 하였으며 이는 특발성과 명확한 차이를 보이는데, 양측성이 많으며 여러 개의 반고리관을 침범하고 성비는 비슷하지만 젊은 연령에서 많으며 재발성이 많다고 하였다.^{17,18)} 본 연구에서는 교통사고 이후에 발생한 양성 발작성 두위현훈증만을 대상으로 하였기 때문에 위와 같은 비교는 불가능하였다. 그러나 본 연구에서도 후반고리관 침범(28.1%)이 가장 많았고 여러 관을 침범한 경우가 12.9%로 높았으며 재발은 25%로 유사한 양상을 보이고 있는 것을 알 수 있었다.

본 연구 결과 두부 둔상과 편타성 손상에 따른 동반 증상의 발현 양상은 차이를 보이지 않았다. 단, 기타 다른 손상 기전에 비해 두부 둔상에서 두통이 유의하게 많았으며($n=22$, $p=0.025$), 두부 둔상과 편타성 손상에서 경부 통증($n=6$, $n=8$)이 유의하게 높았다($p=0.012$). 이전 연구에서는 편타성 손상 환자의 약 10% 정도가 이명, 난청, 현훈 등의 청각 증상을 호소하였다.¹⁹⁾

본 연구는 후향적인 연구로 인한 한계를 갖고 있다. 또한 양성 발작성 두위현훈증 환자 30명을 대상으로 이환된 반고리관을 분류하기에는 표본의 수가 적다는 한계가 있을 수 있다. 따라서 교통사고 이후 어지럼증으로 내원하는 환자들에 대해 체계적인 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgments

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2015R1D1A1A01060763).

REFERENCES

- Ernst A, Basta D, Seidl RO, Todt I, Scherer H, Clarke A. Management of posttraumatic vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;132(4):554-8.
- Marzo SJ, Leonetti JP, Raffin MJ, Letarte P. Diagnosis and management of post-traumatic vertigo. *Laryngoscope* 2004;114(10):1720-3.
- Fife TD, Kalra D. Persistent vertigo and dizziness after mild traumatic brain injury. *Ann N Y Acad Sci* 2015;1343:97-105.
- Lee TK, Sung KB. Diagnostic approaches to the patient with dizziness. *J Korean Med Assoc* 2008;51(11):960-74.
- Bunketorp L, Nordholm L, Carlsson J. A descriptive analysis of disorders in patients 17 years following motor vehicle accidents. *Eur Spine J* 2002;11(3):227-34.
- Davies RA, Luxon LM. Dizziness following head injury: a neurological study. *J Neurol* 1995;242(4):222-30.
- Gottshall K, Drake A, Gray N, McDonald E, Hoffer ME. Objective vestibular tests as outcome measures in head injury patients. *Laryngoscope* 2003;113(10):1746-50.
- Head J. Definition of mild traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil* 1993;8(3):86-7.
- Brandt T, Bronstein AM. Cervical vertigo. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001;71(1):8-12.
- Choi MS, Shin SO, Yeon JY, Choi YS, Kim J, Park SK. Clinical characteristics of labyrinthine concussion. *Korean J Audiol* 2013;17(1):13-7.
- Park JS, Lee YW, Lee JY, Ban JH, Chang SO, Kim MB. Comparison of video head impulse test with posterior semicircular canal plane and cervical vestibular evoked myogenic potential. *Res Vestib Sci* 2016;15(3):74-9.
- Lempert T, Olesen J, Furman J, Waterston J, Seemungal B, Carey J, et al. Vestibular migraine: diagnostic criteria. *J Vestib Res* 2012;22(4):167-72.
- Hoffer ME, Gottshall KR, Moore R, Balough BJ, Wester D. Characterizing and treating dizziness after mild head trauma. *Otol Neurotol* 2004;25(2):135-8.
- Norris SH, Watt I. The prognosis of neck injuries resulting from rear-end vehicle collisions. *J Bone Joint Surg Br* 1983;65(5):608-11.
- Eviatar L, Bergtraum M, Randel RM. Post-traumatic vertigo in children: a diagnostic approach. *Pediatr Neurol* 1986;2(2):61-6.
- Dispenza F, De Stefano A, Mathur N, Croce A, Gallina S. Benign paroxysmal positional vertigo following whiplash injury: a myth or a reality? *Am J Otolaryngol* 2011;32(5):376-80.
- Pisani V, Mazzone S, Di Mauro R, Giacomini PG, Di Girolamo S. A survey of the nature of trauma of post-traumatic benign paroxysmal positional vertigo. *Int J Audiol* 2015;54(5):329-33.
- Długaiczek J, Siebert S, Hecker DJ, Brase C, Schick B. Involvement of the anterior semicircular canal in posttraumatic benign paroxysmal positioning vertigo. *Otol Neurotol* 2011;32(8):1285-90.
- Tranter RM, Graham JR. A review of the otological aspects of whiplash injury. *J Forensic Leg Med* 2009;16(2):53-5.