

Clinical Manifestations of Benign Paroxysmal Positional Vertigo after Head Trauma

Joon Hee Lee, Mee Hyun Song, Jin Woo Park, Kyung Min Ko, and Dae Bo Shim

Department of Otorhinolaryngology, Myongji Hospital, Seonam University College of Medicine, Goyang, Korea

두부 외상 후 발생한 양성돌발성 두위현훈의 임상 양상

이준희 · 송미현 · 박진우 · 고경민 · 심대보

서남대학교 의과대학 명지병원 이비인후과학교실

Received July 1, 2015

Revised August 12, 2015

Accepted August 28, 2015

Address for correspondence

Dae Bo Shim, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology,

Myongji Hospital,

Seonam University

College of Medicine,

55 Hwasu-ro 14beon-gil,

Deokyang-gu,

Goyang 10475, Korea

Tel +82-31-810-5451

Fax +82-31-969-0500

E-mail lovend77@gmail.com

Background and Objectives The purpose of this study was to identify the clinical characteristics of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) occurring after head trauma by comparing them to those of idiopathic BPPV (i-BPPV).

Subjects and Method We analyzed retrospectively 820 patients diagnosed with BPPV. Patients were classified into two groups: post-traumatic BPPV (t-BPPV) group and i-BPPV group. We compared the clinical characteristics (age, sex, affected side, duration of vertigo, types of BPPV) and treatment outcomes between the two groups.

Results The study included 497 patients with i-BPPV and 56 patients with t-BPPV. There were no differences in age distribution and the affected side. The t-BPPV group had greater male preponderance (48%) than the i-BPPV group (24%) did and longer duration of vertigo compared to i-BPPV group ($p=0.028$). In addition, the t-BPPV group demonstrated higher horizontal canal BPPV/posterior canal BPPV ratio (t-BPPV vs. i-BPPV=0.54 vs. 0.20, $p=0.008$). Although the results of a single treatment outcome did not differ between the two groups ($p=0.127$), there was a greater tendency for the t-BPPV group to receive a higher number of therapeutic maneuvers until resolution than for the i-BPPV group ($p=0.056$). Recurrence rate also did not differ between the two groups ($p=0.125$).

Conclusion The clinical features did not differ significantly between the two groups, although t-BPPV demonstrated a tendency of low therapeutic efficacy and high recurrence rates compared to i-BPPV. This information may be helpful for clinicians in counseling and managing patients with t-BPPV.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2015;58(12):836-40

Key Words Benign paroxysmal positional vertigo · Head trauma · Recurrence · Repositioning maneuver.

서론

양성돌발성 두위현훈(benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)은 어지럼의 원인 중 단일 질환으로는 가장 흔한 질환으로, 난청낭에서 이탈한 이석이 반고리관 내로 들어가 머리 위치의 변화로 인해 발생하는 반고리관의 흥분에 의한 특징적인 안진이 나타나면 진단을 내릴 수 있다.^{1,2)} 알려진 유발 요인이 없는 특발성 BPPV(idiopathic BPPV, i-BPPV)가 대

부분(70% 내외)을 차지하며, 젊을수록 이차성 BPPV의 가능성이 높고, 고령으로 갈수록 특발성의 빈도가 높은 편이다.³⁻⁵⁾

알려진 유발 원인 중 가장 흔한 원인은 두부 외상으로, 전체 BPPV의 원인 중 8.5~20%를 차지한다고 알려져 있다.^{3,4,6)} 이전의 대부분의 연구들에서 두부 외상 후 발생한 BPPV(traumatic BPPV, t-BPPV)는 i-BPPV에 비해 이석정복술에 의한 치료 효과가 비슷하거나 낮은 것으로 보고하고 있다.⁶⁻¹⁰⁾ 재발률에 대해서는 몇몇 연구들은 높다고 보고하고 있으나, 또 다른 연구들

에서는 큰 차이가 없다고 하였다.⁶⁻¹¹⁾ 하지만 대부분의 선행 연구에서는 t-BPPV의 임상 양상만을 살펴본 연구가 많았으며, i-BPPV와의 구체적인 비교가 이루어진 연구는 거의 없었다. 이에 저자들은 t-BPPV의 임상적인 특징을 i-BPPV와의 비교를 통해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

2010년 1월부터 2013년 6월까지 본원 이비인후과 외래로 내원하거나 타과에서 진료가 의뢰된 총 820명의 BPPV 환자를 대상으로 후향적으로 환자의 과거력 및 의무기록을 검토하였다. BPPV의 진단은 2008년 미국 이비인후과학회에서 제시한 진료 지침에 따라 체위성 검사를 통해 각 이환된 반고리관을 결정하였다.¹²⁾ 각각의 진단은 다음과 같았다.

후반고리관형 BPPV(posterior canal BPPV, p-BPPV): Dix-Hallpike 검사 시, 안진의 양상은 짧은 잠복기를 가지면서 지속시간은 60초 이내로 강해졌다가 약해지며 사라지는 형태를 보이고 특징적인 안구의 회전성 상향 안진을 보일 때 확진하였고, 병변의 방향은 Dix-Hallpike 검사 시 회전성 상향 안진이 나타나는 쪽으로 진단하였다.

측반고리관형 BPPV: 측반고리관형 BPPV 향지성 아형[geotropic horizontal canal BPPV, h-BPPV(Geo)]은 수평면에서 머리회전검사(Roll test) 시 전형적인 향지성 방향의 방향 변환성 두위안진을 확인함으로써 확진하였으며, 병변의 방향은 Roll test 시 강한 안진을 나타내는 방향을 병변측으로 진단하였다. 측반고리관형 BPPV 원지성 아형[apogeotropic horizontal canal BPPV, h-BPPV(Apo)]은 Roll test 시 전형적인 원지성 방향의 방향 변환성 두위안진을 확인함으로써 확진하였고, 병변의 방향은 Roll test 시 약한 안진을 나타내는 방향을 병변측으로 진단하였다.

상반고리관형 BPPV(superior canal BPPV, s-BPPV): Dix-Hallpike 검사 시, 전형적인 안구의 회전성 하향 안진을 보이거나 하향 수직 안진을 보일 때 확진하였다. 병변의 방향은 회전성 안진의 방향으로 결정하였고, 회전성 안진이 관찰되지 않는 경우나 하향 수직 안진이 양측 모두에서 관찰될 경우에는 straight-back head-hanging 검사를 통해 관찰된 회전성 안진의 방향을 병변의 방향으로 결정하였다.^{13,14)}

다발성 BPPV(multiple canal BPPV, m-BPPV): Dix-Hallpike 검사와 Roll test에서 각각 어지럼 증상과 함께 특징적인 안진이 나타나는 경우, 그 특징적인 안진에 해당하는 반고리관의 조합으로 진단하였다. 병변의 방향은 각 반고리관의 특징적인 안진에 해당하는 병변의 방향으로 판단하였다.¹⁴⁾

1회 방문 시 1회의 치료만을 시행한 환자를 대상으로 하였

고, 재방문 시 안진이 남아 있는 경우 추가 치료를 시행하였다. 안진의 확인은 computerized video eye movement recorder (SLMED, Seoul, Korea)를 사용하였다. BPPV의 치료는 p-BPPV의 경우 modified Epley maneuver, h-BPPV(Geo)의 경우 modified Lempert maneuver, h-BPPV(Apo)의 경우 new cupulolith repositioning,¹⁵⁾ s-BPPV의 경우 Yacovino 등¹³⁾의 maneuver를 시행하였다. m-BPPV의 경우 안진이나 증상이 심한 반고리관부터 치료를 시행하였다.^{14,16)}

치료의 성공은 재방문 시 시행한 체위성 검사에서 특징적인 안진이 관찰되지 않으며 체위성 현상이 사라진 경우로 정의하였다. 이석의 이동(canal conversion or transition)은 치료의 성공을 확인하기 전, 다른 BPPV의 아형으로 바뀌는 경우로 정의하였고, 재발은 치료 성공의 확인 후 최대 1년 이내에 다시 BPPV로 진단된 경우로 정의하였다.

상기 방법 외의 치료를 시행한 경우나 외래 추적 관찰이 이루어지지 않은 경우에는 연구 대상에서 제외하였고, t-BPPV 환자들의 임상 양상을 분석하기 위하여 다음의 두 군으로 분류하였다.

i-BPPV: 이전 BPPV의 기왕력이 없으며, 알려진 유발 원인이 없는 경우로 정의하였으며, 다른 이차성 원인(메니에르병, 미로염, 중이염 등의 이과적 질환이나 두부 외상, 오랜 침상생활, 이과나 치과 영역의 수술력을 갖는 경우)이 있는 경우 제외하였다.

t-BPPV: 두부 외상 후 14일 이내에 BPPV 진단이 이루어진 경우로, 다른 이차성 원인을 갖는 경우는 제외하였다.

두 군의 임상 양상을 나이, 성별, 병변의 방향, BPPV의 아형으로 나누어 분석하였고, 어지럼 발병부터 BPPV 진단까지의 기간을 알아보았다. 또한 두 군 간 치료 효과 비교를 위해 이석정복술을 통한 초기 1회 치료 후의 효과와 총 치료 수기 횟수를 분석하였다. 치료 중 이석의 이동 유무를 확인하여 각 군 간 이석 이동이 발생한 확률을 알아보았고, 두 군 간 재발률을 분석하였다.

두 그룹의 통계학적 분석은 SPSS version 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 independent t-test와 Pearson χ^2 test, Fisher's exact test, Kaplan-Meier method with log rank test를 시행하였으며, p 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

본 연구의 대상이 된 BPPV 환자 553명 중 남자가 147명, 여자가 406명으로 여자에게 2.8배 호발하였으며, 평균 연령은 54.4 ± 14.7 세였다. 총 553명 중 i-BPPV 환자군은 497명, t-BPPV 환자군은 56명이었다. t-BPPV 환자군에서 두부 외상

의 원인은 교통 사고 35명, 낙상 16명, 폭행 등의 물리력으로 인한 경우가 5명이었고, 두부 외상으로 인한 결과는 뇌진탕 36명, 측두골 골절 4명, 측두골 외 기타 두개골 골절 8명, 경막하 혈종 2명, 경막외혈종 4명, 지주막하출혈 2명이었다(Table 1).

두 군의 임상적 특성을 비교해 보았을 때, 연령 및 병변의 방향은 유의한 차이를 보이지 않았다. 남녀 비율에 있어서 t-BPPV에서 남성의 비율이 i-BPPV에 비해 높게 나타났다($p<0.001$). 어지럼의 발병부터 BPPV의 진단까지의 기간을 살펴보면, t-BPPV 환자군의 경우 평균 10.8 ± 13.4 일, i-BPPV 환자군의 경우에는 평균 6.6 ± 13.6 일로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.028$)(Table 2).

BPPV의 아형별로는 i-BPPV군에서는 p-BPPV가 298명(60%)으로 가장 많았고, h-BPPV가 161명(32.4%), s-BPPV가 20명(4%), m-BPPV가 18명(3.6%)으로 나타났다. t-BPPV군에서도 p-BPPV가 44명(78.5%)으로 가장 많았고, h-BPPV가 9명(16.1%), s-BPPV가 2명(3.6%), m-BPPV가 1명(1.8%)으로 나타났다(Fig. 1). p-BPPV와 h-BPPV의 상대적 비율을 분석해 보았을 때, t-BPPV 환자군에서 p-BPPV의 비율이 상대적으로 높았다(t-BPPV/i-BPPV=0.54 vs. 0.20, $p=0.008$)(Table 2).

Table 1. Causes and mechanisms of injury in patients with post-traumatic benign paroxysmal positional vertigo (n=56)

Number of patients (%)	
Cause	
MVC	35 (62.5)
Fall	16 (28.6)
Blow	5 (8.9)
Mechanism of injury	
Cerebral concussion	36 (64.3)
Temporal bone fracture	4 (7.1)
Skull fracture (except TB)	8 (14.3)
Subdural hematoma	2 (3.6)
Epidural hematoma	4 (7.1)
Subarachnoid hemorrhage	2 (3.6)

MVC: motor vehicle crash, Skull fracture (except TB): skull fracture, except for the temporal bone fracture

두 군의 치료 결과를 분석하였을 때, 초기 1회 치료 후의 결과 및 치료 중 이석의 이동은 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 치료 성공 시까지 시행한 이석정복술의 총 횟수를 비교해 보았을 때, t-BPPV에서 2.0 ± 2.1 회, i-BPPV에서 1.5 ± 1.1 회로 유의한 차이를 보이지 않았으나, t-BPPV에서 약간 더 치료가 필요한 경향을 보였다($p=0.056$)(Table 3).

두 군 간 최대 1년까지의 재발률을 비교하였고, 역시 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.125$)(Fig. 2).

고 찰

두부 외상은 약 18%에서 측두골 골절을 동반할 수 있고, 다양한 증상을 일으킬 수 있으며, 치료 후에도 많은 후유증과 함께 다양한 예후를 보이는 것으로 알려져 있다.^{11,17)} 두부 외상 후에 나타날 수 있는 여러 증상들 중에서도 어지럼은 이비

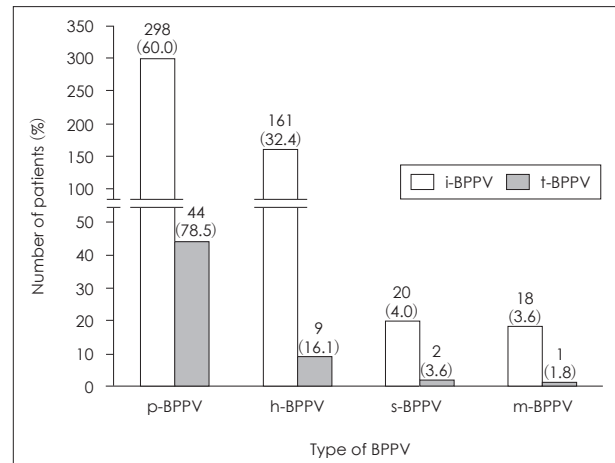


Fig. 1. Comparison of different types of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) between idiopathic and post-traumatic BPPV. Posterior canal involvement was the most frequent canal involvement type in both the idiopathic BPPV (i-BPPV) and the post-traumatic BPPV (t-BPPV) groups. p-BPPV: posterior canal BPPV, h-BPPV: horizontal canal BPPV, s-BPPV: superior canal BPPV, m-BPPV: multiple canal BPPV.

Table 2. The comparison of clinical characteristics between idiopathic and t-BPPV

	i-BPPV (n=497)	t-BPPV (n=56)	p-value
Age (years, mean±SD)	53.4±15.1	50.6±17.2	0.192*
Sex			
Male:female (number)	120:377	27:29	<0.001†
Affected side (right:left:bilateral)	280:210:7	31:25:0	0.947‡
Duration of vertigo (days, mean±SD)	6.6±13.6	10.8±13.4	0.028*
Type of BPPV			
h-BPPV:p-BPPV (number)	161:298	9:44	0.008*
s-BPPV, number (%)	20 (4.0)	2 (3.6)	0.869*
m-BPPV, number (%)	18 (3.6)	1 (1.8)	0.475*

*independent t-test, †chi-square test, ‡2×3 Fisher's exact test. BPPV: benign paroxysmal positional vertigo, i-BPPV: idiopathic BPPV, t-BPPV: post-traumatic BPPV, SD: standard deviation, Duration of vertigo: duration from the onset of vertigo until visiting the clinic, p-BPPV: posterior canal BPPV, h-BPPV: horizontal canal BPPV, s-BPPV: superior canal BPPV, m-BPPV: multiple canal BPPV

Table 3. The comparison of treatment outcome between idiopathic and t-BPPV

	i-BPPV (n=497)	t-BPPV (n=56)	p-value
Treatment			
Number of PRM (mean±SD)	1.5±1.1	2.0±2.1	0.056*
Single vs. multiple	130:367	20:36	0.127†
Transition			
Transition:no transition (number)	57:440	3:53	0.163†

*independent t-test, †chi-square test. PRM: mean number of physical repositioning maneuver until complete resolution of symptoms and signs, Single: treatment success with only one treatment, Multiple: treat at least 2 times more than treatment need to succeed, Transition: a conversion into another canal type of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) without intervening periods of remission. i-BPPV: idiopathic BPPV, t-BPPV: post-traumatic BPPV

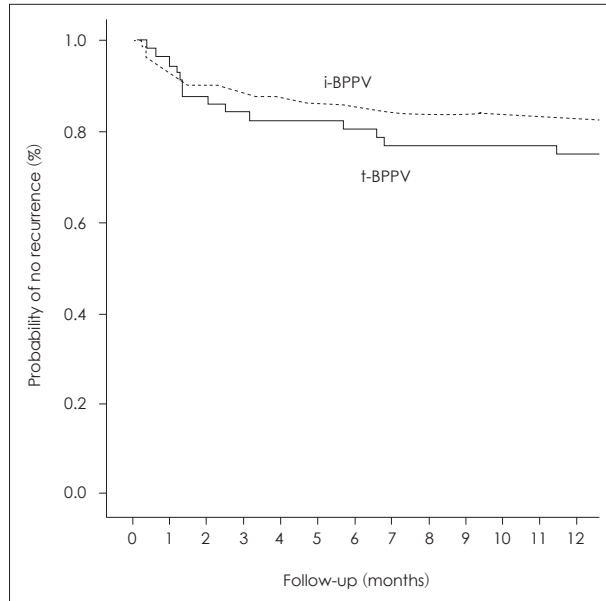


Fig. 2. Comparison of recurrence rates between idiopathic and t-BPPV. The Kaplan-Meier curve with a log-rank test demonstrated no difference between the two groups ($p=0.125$). BPPV: benign paroxysmal positional vertigo, i-BPPV: idiopathic BPPV, t-BPPV: post-traumatic BPPV.

인후과에서 흔히 접하게 되는 증상으로 두부 외상 후 어지럼의 빈도는 약 15~90%로 다양하게 보고되고 있으며, 두부 외상 후 발생하는 어지럼의 원인 질환 중 약 16~28%는 BPPV로 알려져 있다.^{4,11,18,19)}

본 연구에서 i-BPPV와 비교하여 t-BPPV의 임상 양상을 분석해 보았을 때, 연령과 병변의 방향은 두 군 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고, 성별의 경우 t-BPPV군에서 i-BPPV에 비해 남성의 비율이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 기존의 선행 연구들에서도 남성의 비율이 i-BPPV에 비해 높다고 보고했는데, 이는 남성이 자동차 사고나 스포츠 활동과 같은 여가 활동이 더 많기 때문인 것으로 생각된다.^{10,20)}

어지럼의 발병부터 BPPV 진단까지의 기간을 살펴본 결과, t-BPPV군에서는 평균 10.8±13.4일, i-BPPV군에서는 평균 6.6±13.6일로, t-BPPV군에서 더 오랜 기간이 소요됨을 알 수 있었다. 기존의 연구들에서 두 군 간 어지럼 발병부터 진단까

지의 기간을 분석한 연구는 없었지만, t-BPPV 환자군에서 진단까지의 기간이 더 긴 이유는 t-BPPV 환자들은 외상으로 발생한 손상 부위의 치료가 이루어진 후에 어지럼 치료를 위해 내원하기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 분석한 BPPV 아형별 비교에서는, t-BPPV 환자군에서 p-BPPV의 비율이 h-BPPV에 비해 상대적으로 많았다. 이는 후반고리관의 해부학적 특성상 두부 외상으로 인해 유리된 이석이 후반고리관으로 들어가기 쉽고,⁵⁾ h-BPPV의 경우에는 환자가 두부 외상 후 침상 안정 기간 동안 누운 자세에서 좌우로 돌아 누우면서 저절로 치료가 되었을 가능성이 있다.²¹⁾ 또한 h-BPPV의 자연 경과가 짧기 때문에 어지럼 발병부터 진단까지의 기간이 긴 t-BPPV 환자군에서 p-BPPV의 비율이 상대적으로 높았던 것으로 생각된다.^{21,22)}

본 연구에서 분석한 이석정복술을 통한 치료 효과 및 재발률의 비교에서 두 군 간 유의한 차이는 없는 것으로 확인되었다. 많은 선행 연구들은 t-BPPV 환자의 이석정복술의 치료 효과는 i-BPPV보다 떨어지고 재발은 더 흔하다고 보고하고 있으나, 몇몇 연구들은 치료 효과가 나쁘지 않으며 재발률이 i-BPPV와 비교하여 큰 차이가 없다고 하였다.^{6-11,23,24)} 본 연구에서도 치료 성공 시까지 시행한 이석정복술의 총 횟수를 살펴보면, t-BPPV에서 2.0±2.1회, i-BPPV에서 1.5±1.1회로 t-BPPV에서 더 많은 치료 횟수가 필요한 경향성을 확인할 수 있었으며($p=0.056$), 재발을 또한 t-BPPV에서 조금 더 높은 경향을 보였다. 이러한 낮은 치료 효과 및 높은 재발 경향은 두부 외상으로 인해 유발된 이석 기관의 손상 및 감각스런 감속 및 가속에 의한 이석의 탈락과 혈관 손상에 의한 허혈이 가장 유력한 기전으로 생각되고 있다.^{25,26)} 하지만, 앞서 언급한 치료 효과 및 재발률에 대한 논란은 본 연구와 선행 연구들 모두 두부 외상의 중증도를 세분화하여 분석하지 않았기 때문에, 연구들마다 두부 외상의 치료 효과에 대한 결과에 차이가 있었을 것으로 생각된다. 추후 외상의 정도에 따른 결과의 분석을 시행하면, t-BPPV의 치료 결과에 대해 조금 더 확실한 분석이 가능할 것으로 기대된다.

본 연구는 후향적 분석을 통해 이루어져 몇 가지 한계점이

있었다. 첫째로, 본 연구에서 t-BPPV 환자군은 “두부 외상 후 14일 이내에 BPPV 진단이 이루어진 경우”로 규정하여 i-BPPV 환자군과 증상 기간이 차이를 가질 수 있는 통계적인 한계점이 있었다. 또한, 기존 문헌들에서 BPPV는 2~4주 이내에 자연 회복될 수 있는 질환으로 보고하고 있어 t-BPPV 환자군의 임상 양상에 영향을 미칠 수 있다는 제한점이 있을 수 있다. 마지막으로, 두부 외상의 치료에 사용된 약물이 t-BPPV 환자의 임상 양상에 영향을 미칠 수 있었다. 하지만, 본 연구에서 t-BPPV 환자들의 진단 시 전정억제약물 등 환자의 진단에 영향을 미칠 가능성이 있는 약물을 사용한 경우는 없었다.

결론적으로, t-BPPV 환자는 i-BPPV에 비해 남성의 비율이 높고, 어지럼의 발병 시점부터 진단이 이루어지기까지의 기간이 길며, p-BPPV의 비율이 h-BPPV에 비해 상대적으로 높다는 점을 제외하고는, i-BPPV 환자의 임상 양상과 비슷하며, 기존의 연구 보고들과는 다르게 이석정복술을 통한 치료의 효과 및 재발률 또한 i-BPPV와 비교하여 다르지 않다는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서 확인한 t-BPPV 환자의 임상 양상 및 치료 결과는 추후 두부 외상 후 발생한 BPPV 환자의 진료에 있어 유용한 정보가 될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- 1) Kroenke K, Hoffman RM, Einstadter D. How common are various causes of dizziness? A critical review. *South Med J* 2000;93(2):160-7; quiz 168.
- 2) Herdman SJ. Advances in the treatment of vestibular disorders. *Phys Ther* 1997;77(6):602-18.
- 3) Hughes CA, Proctor L. Benign paroxysmal positional vertigo. *Laryngoscope* 1997;107(5):607-13.
- 4) Baloh RW, Honrubia V, Jacobson K. Benign positional vertigo: clinical and oculographic features in 240 cases. *Neurology* 1987;37(3):371-8.
- 5) Rhee CK. Benign paroxysmal positional vertigo. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2004;47(6):491-506.
- 6) Gordon CR, Levite R, Joffe V, Gadoth N. Is posttraumatic benign paroxysmal positional vertigo different from the idiopathic form? *Arch Neurol* 2004;61(10):1590-3.
- 7) Motin M, Keren O, Groswasser Z, Gordon CR. Benign paroxysmal positional vertigo as the cause of dizziness in patients after severe traumatic brain injury: diagnosis and treatment. *Brain Inj* 2005;19(9):693-7.
- 8) 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.
- 9) Liu H. Presentation and outcome of post-traumatic benign paroxysmal positional vertigo. *Acta Otolaryngol* 2012;132(8):803-6.
- 10) Ahn SK, Jeon SY, Kim JP, Park JJ, Hur DG, Kim DW, et al. Clinical characteristics and treatment of benign paroxysmal positional vertigo after traumatic brain injury. *J Trauma* 2011;70(2):442-6.
- 11) Marzo SJ, Leonetti JP, Raffin MJ, Letarte P. Diagnosis and management of post-traumatic vertigo. *Laryngoscope* 2004;114(10):1720-3.
- 12) Bhattacharyya N, Baugh RF, Orvidas L, Barrs D, Bronston LJ, Cass S, et al. Clinical practice guideline: benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;139(5 Suppl 4):S47-81.
- 13) Yacovino DA, Hain TC, Gualtieri F. New therapeutic maneuver for anterior canal benign paroxysmal positional vertigo. *J Neurol* 2009;256(11):1851-5.
- 14) Shim DB, Song CE, Jung EJ, Ko KM, Park JW, Song MH. Benign paroxysmal positional vertigo with simultaneous involvement of multiple semicircular canals. *Korean J Audiol* 2014;18(3):126-30.
- 15) Kim SH, Jo SW, Chung WK, Byeon HK, Lee WS. A cupulolith repositioning maneuver in the treatment of horizontal canal cupulolithiasis. *Auris Nasus Larynx* 2012;39(2):163-8.
- 16) Soto-Varela A, Rossi-Izquierdo M, Santos-Pérez S. Benign paroxysmal positional vertigo simultaneously affecting several canals: a 46-patient series. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270(3):817-22.
- 17) Nelson EL, Melton LJ 3rd, Annegers JF, Laws ER, Offord KP. Incidence of skull fractures in Olmsted County, Minnesota. *Neurosurgery* 1984;15(3):318-24.
- 18) 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.
- 19) Lee MY, Chung SW, Suh MW, Rhee CK, Jung JY. Clinical characteristics of dizziness after motor vehicle accident. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2009;52(9):718-23.
- 20) Katsarkas A. Benign paroxysmal positional vertigo (BPPV): idiopathic versus post-traumatic. *Acta Otolaryngol* 1999;119(7):745-9.
- 21) Shim DB, Ko KM, Lee JH, Park HJ, Song MH. Natural history of horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo is truly short. *J Neurol* 2015;262(1):74-80.
- 22) Chung KW, Park KN, Ko MH, Jeon HK, Choi JY, Cho YS, et al. Incidence of horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo as a function of the duration of symptoms. *Otol Neurotol* 2009;30(2):202-5.
- 23) Suarez H, Alonso R, Arocena M, Suarez A, Geisinger D. Clinical characteristics of positional vertigo after mild head trauma. *Acta Otolaryngol* 2011;131(4):377-81.
- 24) Kim JH, Jung EJ, Song CE, Song MH, Park KC, Ko KM, et al. Risk factors for treatment failure in benign paroxysmal positional vertigo. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2013;56(2):74-8.
- 25) Oosterveld WJ, Kortschot HW, Kingma GG, de Jong HA, Saatsi MR. Electronystagmographic findings following cervical whiplash injuries. *Acta Otolaryngol* 1991;111(2):201-5.
- 26) Brandt T, Daroff RB. The multisensory physiological and pathological vertigo syndromes. *Ann Neurol* 1980;7(3):195-203.