



양성돌발두위현훈의 치료: 치료 결과에 영향을 주는 요인들

심대보

한양대학교 의과대학 명지병원 이비인후과학교실

Treatment in Benign Paroxysmal Positional Vertigo: Factors that Affect Successful Treatment Outcome

Dae Bo Shim

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

• Received Jan 29, 2023
Revised Feb 23, 2023
Accepted Feb 28, 2023

• Corresponding Author:
Dae Bo Shim
Department of Otorhinolaryngology, Myongji Hospital, Hanyang University College of Medicine, 55 Hwasu-ro 14beon-gil, Deogyang-gu, Goyang 10475, Korea
Tel: +82-31-810-5114
Fax: +82-31-969-0500
E-mail: lovend77@gmail.com
ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-2331-5000>

• Copyright © 2023 by The Korean Balance Society.
• 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.

Benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) is the most common etiology of benign vestibulopathy. Various treatments for BPPV have been developed, and appropriate treatments for each subtype of BPPV have been provided and used in accordance with clinical practice guidelines published by the American Academy of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery in 2008 and 2017. Although many therapeutic maneuvers have been reported to show high success rates in the treatment of BPPV patients, some cases are not effective even by appropriate therapeutic maneuvers. This article reviews various factors affecting the successful treatment of BPPV patients.

Res Vestib Sci 2023;22(1):1-6

Keywords: Benign paroxysmal positional vertigo; Treatment outcome; Treatment failure; Factors

서 론

양성돌발두위현훈(benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)은 어지럼으로 병원을 방문하는 환자들의 가장 흔한 원인 질환으로 알려져 있으며, 그 원인은 이석이 난형 낭반으로부터 떨어져 나와 반고리관으로 들어가 머리가 움직일 때마다 팽대부마루에 영향을 주어 안진 및 현훈이 발생하는 것으로 알려져 있다. BPPV는 평생 유병률이 2% 이상으로 어지럼의 원인 질환 중 유병률이 높은 질환이다

[1]. 그동안 연구되어 온 정확한 진단 및 치료법을 토대로 미국 이비인후과학회(American Academy of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery)에서 두 차례에 걸쳐 BPPV에 대한 임상진료지침을 제시하였으며, 이를 토대로 임상 의들은 환자들의 증상을 빠르게 호전시킬 수 있었다[2,3]. 특히, 가장 흔한 아형인 뒤반고리관 BPPV의 경우 1-2회의 Epley 수기만으로도 80.5%~94.4%의 높은 치료 성공률을 보이는 것으로 보고하고 있다[4-6]. 하지만, 이는 여전히 10%~20%의 경우에서 치료에 실패하여 재치료를 요하는

경우가 있음을 의미한다. 이에 이 글에서는 BPPV의 성공적인 치료에 영향을 미치는 요인들을 알아보려고 한다.

본 론

1. 양성돌발두위현훈의 치료 후 평가와 치료 성공의 기준

미국 이비인후과학회에서 제시한 BPPV의 진단과 치료에 대한 임상진료지침에 따르면, BPPV 치료 후 1개월 이내에 치료 결과에 대한 평가를 시행하여 치료의 성공 여부를 평가하도록 권고하고 있다[2,3]. 치료 결과를 평가하는 시기는 치료 직후 또는 치료 후 24시간부터 수개월까지 다양했다[7-9]. 하지만 최근에 여러 연구들에서 BPPV의 자연 경과가 뒤반고리관 아형은 약 39일, 수평반고리관 아형은 약 7-16일 정도로 상당히 짧다고 발표하였으며[10,11], 최근의 많은 연구들은 이 결과를 바탕으로 길어도 1주에서 1개월 내에 치료 결과를 평가하여 보고하고 있다[12,13]. 가장 최근의 한 연구는 108명의 뒤반고리관 BPPV 환자의 치료 결과를 평가했는데, 치료 직후 평가 시에 67.6%의 치료 성공률을 보이는 반면 치료 24시간 후에는 79.6%로 치료 성공률의 차이를 보이는 것을 확인하였다. 이 연구는 이를 바탕으로 진료 환경이나 환자의 상황을 고려하여 치료 평가 시기를 결정하는 것이 필요하지만, 치료 24시간 후에 결과를 평가하는 것이 이상적이라고 보고하였다[5].

기존 문헌들에 따르면, 치료의 성공/실패 여부를 판정하는 평가가 필요한 이유는 다음과 같다. (1) BPPV가 완전히 치료되지 않은 경우 추가 치료에 반응할 수 있으며, (2) 진단 및 치료가 가능한 BPPV 이외의 다른 전정질환이 동시에 존재할 수 있고, (3) 심각한 중추 전정질환이 BPPV로 잘못 진단될 수 있다[2,3,14].

치료 결과를 평가하는 기준은 많은 연구에서 환자의 주관적인 증상의 호전을 확인하거나 진단적 수기(Dix-Hallpike 수기 또는 누워머리돌리기검사[supine head roll test])에서 안진이 사라진 것을 확인하는 방법을 사용해왔다[7,9]. 이를 바탕으로 미국 이비인후과학회의 BPPV 임상진료지침에서도, 임상적으로 주관적인 증상의 호전, 또는 객관적인 진단적 수기에서 음성으로 전환되는 결과(안진이 사라진 것) 중 하나 이상이 있을 때 성공적인 치료로 정의하고 있다[3].

2. 치료 결과에 영향을 주는 인자들

최근 BPPV의 치료 결과에 영향을 주는 인자들에 대한 몇 개의 연구가 있었다[6,12,15-18]. 하지만 각 연구에서 분석 대상으로 정한 변수들이나 그 범위가 모두 다르며 치료 후 평가 시에 성공적인 치료에 대한 정의도 다른 경우가 많고 통계 방법 또한 상이하여 각 연구마다 다른 결론을 도출하고 있다. 따라서 이 글에서는 PubMed에서 2000년 이후 BPPV의 치료 결과에 영향을 주는 요인들을 분석한 논문들을 검색한 결과를 (1) 인구통계학적 변수, (2) BPPV 환자의 임상적 특성, (3) 치료 방법론적 변수의 3가지로 구분하여 알아보려고 한다.

1) 인구통계학적 변수(Demographic variable)

(1) 연령

연령에 대한 유의미한 결과를 보고한 대부분의 연구는 연령 기준의 차이는 있으나 고령을 치료 실패의 위험 인자로 보고하고 있다[13,16,17,19]. 여러 변수들을 같이 분석한 두 연구에 따르면 50세 이상의 환자들에서 젊은 연령보다 재치료가 필요한 경우가 많았다[16,17]. 또한, 최근 45개의 문헌으로부터 3,267명의 BPPV 환자의 연령에 따른 치료 성공률을 분석한 한 체계적 문헌고찰에서는 BPPV에서 한 번의 치료 후 성공률은 젊은 연령대의 환자들에서 고령(60대 이상)의 환자들보다 높았다고 보고했다. 하지만, 젊은 환자들에서 필요했던 치료 횟수가 1.5회로 고령 환자들의 1.6회보다 통계적으로 유의미하게 적었으나, 최종 치료 후의 성공률은 두 군에서 통계적으로 차이가 없음을 보여주었다[19]. 이렇게 고령의 환자들에서 재치료가 필요한 원인은 노화로 인해 전정기관의 퇴화와 이석의 탈무기화(demineralization)로 인해 이석막으로부터 이석이 지속적으로 떨어져 나와 치료를 어렵게 하는 것으로 추정하고 있으며[20], 또한 고령의 환자들은 이석정복술을 시행할 때 머리의 회전이나 목의 과신전이 어려운 경우가 많아 정확한 치료가 이루어지지 않는 것을 또 다른 원인으로 추정하고 있다[17,19].

(2) 성별

연령에 대한 분석과는 다르게 성별을 변수로 설정한 거의 모든 연구에서 성별은 BPPV의 치료 성공률에 유의미한 영향을 주지 않는 것으로 보고하고 있다[12,16-18].

요약하자면, 인구통계학적 변수를 고려할 때 고령의 경우 치료 실패의 요인으로 작용할 수 있으나 성별의 영

향은 크지 않은 것으로 보인다.

2) 임상적 특성(Clinical characteristics)

(1) BPPV의 원인

BPPV의 원인을 변수로 설정하여 분석한 연구들 역시 BPPV의 원인의 종류에 대한 범위와 대상, BPPV 아형의 설정 범위 등이 달랐다. 하지만, 몇몇 연구를 제외한 많은 연구에서 두부 외상을 치료 실패의 원인 인자로 분류하고 있다[6,15,17]. 한 연구에서는 뒤반고리관 BPPV 197명 중 특발성 BPPV 환자군에서는 한 번의 치료로 73%의 환자 들이 안진이 사라진 반면, 두부 외상에 의한 BPPV 환자군에서는 25%만이 치료에 성공하여 유의한 차이를 보였다 [6]. 또한, 다른 연구들에서도 특발성 BPPV 환자들에 비해 두부 외상에 의한 BPPV 환자들에서 치료에 실패하는 경 우가 통계적으로 유의하게 높았다[15,17,21]. 이는 두부 외 상 후 난형낭반에서 다량의 이석이 떨어져 나오거나 외상 후 난형낭반 이석층의 손상으로 지속적으로 이석들이 분 리되어 이석정복술 이후에도 다시 이석이 반고리관 안으 로 들어가는 상황이 발생하기 때문으로 추정하고 있다 [6,17].

한 연구에서 오랜 침상 생활로 인해 BPPV가 발생한 환 자들의 경우에도, 중력으로 인해 큰 이석 덩어리가 떨어 져서 전정기관의 아래쪽에 위치한 뒤반고리관으로 지속 적으로 들어감으로 인해 BPPV가 발생하고, 치료 후에도 지속적인 침상 안정 상태에서 뒤반고리관으로 다시 이석 이 들어가는 것을 반복하여 치료가 어려울 수 있다고 주 장하였으나, 이를 뒷받침할 명확한 근거와 후속 연구가 부족하였다[6].

미로염과 같은 바이러스성 내이 질환이 원인인 BPPV 는 바이러스 감염이 반고리관과 난형낭반에 영향을 주어 병리학적 이상이 진행되고 이석의 유리가 증가하기 때문 에 치료 실패의 가능성이 높은 것으로 알려져 있다[15,22]. 하지만 미로염이 BPPV의 원인인 경우 한 번의 수기로 성 공적인 치료가 어렵다고 보고한 연구들은 미로염 이후 BPPV가 발생한 군의 모집단이 매우 적었으며[15,18], 다 른 연구들에서는 미로염이 치료 실패의 원인 인자로서 유 의미한 결과를 보이지 않았다[6,16,17]. 따라서, 미로염을 BPPV 치료 실패의 위험 인자로 보기에는 후속 연구들이 더 필요하다.

메니에르병, 전정편두통, 중이염 등을 BPPV의 발병 원 인으로 설정하고 치료에 영향을 주는 인자로 분석한 연구

들에서 이들은 치료 실패의 원인 인자로 유의미한 결과를 보이지 않았다[6,12,15-18].

최근 많은 연구에서 골다공증이 BPPV의 발병이나 재 발과 연관성이 있다고 보고하고 있다. 골다공증 환자들은 에스트로겐 감소로 인해 이석의 구조적 이상이 발생하거 나 이석막과의 결합력이 떨어지는 현상이 발생할 수 있 고, 칼슘 재흡수 증가로 인한 내림프 내 유리 칼슘 농도의 증가가 떨어진 이석을 용해하는 정도를 감소시키는 기전 으로 BPPV가 발생하고 재발할 수 있다고 추정한다[23]. 하지만, 이러한 기전에도 불구하고 골다공증이 BPPV의 치료 실패 인자로 확인된 연구는 많지 않다[17]. 이는 골 다공증을 동반한 BPPV 환자들은 이석이 난형낭반에서 잘 떨어져 나오지만 치료 수기에는 잘 반응하기 때문으로 추정해볼 수 있으며, 이에 대해서는 추가적인 연구들이 더 필요하다.

요약하면, BPPV의 원인을 변수로 고려할 때 두부 외상 은 치료 실패의 요인으로 작용할 수 있으며, 미로염도 치 료 결과에 일정 부분 영향을 줄 수 있으나 다른 BPPV의 원인은 치료 결과에 유의미한 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

(2) 기저질환

BPPV의 원인과 달리 환자들이 발병 당시 가지고 있던 고혈압, 당뇨, 고지혈증과 같은 기저질환과 BPPV 치료 결 과의 관계를 분석한 연구는 매우 적다. 한 연구에서 고지 혈증을 가진 환자들에서 치료 반응이 좋았다고 보고했으 나, 고지혈증이 BPPV에 미치는 영향에 대한 기전은 아직 알려진 바 없다[12].

(3) 증상 및 안진

한 연구에서는 BPPV 치료 전까지 증상의 지속 기간이 길수록 치료 횟수가 증가한다고 보고하였으나[16], 다른 연구들은 증상의 기간이나 증상의 정도는 치료 결과에 영 향을 주지 않는 것으로 보고하였다[12,17,18].

안진과 관련하여 분석한 한 연구는 Dix-Hallpike 수기에 서 보인 안진의 강도가 강할수록 반고리관 내의 유리 이 석의 양이 많아 치료가 어렵다고 하였으나, 이 연구에서 안진의 강도는 임상외과 주관적으로 관찰한 강도로 객관 성이 부족한 단점이 있었다[12].

(4) BPPV의 아형

BPPV의 아형이 치료에 영향을 주는지에 대해서는 연 구마다 다른 결과를 보고하였다. Kim 등[18]은 수평반고 리관 BPPV의 팽대부마루결석증에서의 1회 치료 시 성공

를(34.0%) 및 이석정복술 횟수(2.2 ± 1.34 회)가 뒤반고리관 BPPV 및 수평반고리관 BPPV의 반고리관결석증의 1회 치료 시 성공률(각 62.8% 및 63.0%), 치료 횟수(각 1.7 ± 1.40 회 및 1.7 ± 1.15 회)와 통계적으로 유의한 차이를 보였다고 하였다. 이는 반고리관결석증이 병태생리학적으로 반고리관 내에 있는 유리 이석을 난형낭으로 보내는 치료 단계만 필요한 것과는 다르게, 팽대부마루결석증은 먼저 팽대부마루에 붙어 있는 이석을 떨어뜨린 후 다시 난형낭으로 보내야 하는 최소 두 단계가 필요하며, 수평반고리관 BPPV의 팽대부마루결석증이 이환된 측면을 결정하기 어려운 점도 치료 결과에 영향을 주는 것으로 생각되고 있다[3, 18]. 다른 연구들은 앞반고리관 BPPV, 다중반고리관 BPPV를 치료 실패의 원인으로 보고하고 있으며, 이러한 BPPV 아형들은 발생 빈도가 낮고 아직 정립된 진단 기준이 없어 정확한 진단이 어렵고 치료가 한 번에 이루어지지 않는 점 등을 이러한 결과의 원인으로 보고 있다[16,17]. 하지만, 앞에서 언급한 것처럼 각 연구가 모두 다른 BPPV 아형을 치료의 실패 인자로 보고하고 있어 논란의 여지가 있다.

BPPV가 이환된 방향은 대부분의 연구에서 치료 결과에 영향을 주지 않는 것으로 보고하고 있다[12,16-18].

3) 치료 방법에서의 변수

(1) 이석정복술 시 경부 움직임의 범위

이석정복술은 치료 성공률이 매우 높은 방법이지만, 치료 수기에서 경부의 굴곡 및 신전이나 회전이 어려운 경우 이석정복술 각 단계에서 유리 이석이 반고리관 내에서 원활히 이동하지 못하여 목표지점인 난형낭 안으로 정복되지 못함으로써 치료 결과에 영향을 줄 수 있다. 따라서 환자의 경부 움직임 정도는 BPPV 치료의 중요한 변수가 될 수 있다. 이에 대한 연구 결과가 많지 않으나 33가지 변수를 분석하여 치료의 위험 인자를 분석한 연구에서는 경부의 신전도가 치료 결과에 영향을 주지 않았다고 했다[12]. 하지만 최근 한 전향적 연구는 BPPV 환자 치료 전 환자들의 경부 굴곡 가능 정도를 측정하고 치료 후 치료가 한 번에 이루어진 군과 재치료가 필요했던 군으로 나누어 분석했을 때, 한 번에 치료가 된 군이 33.9° 로 재치료가 필요했던 군의 29.6° 에 비해 경부 굴곡률이 높았다는 결과를 바탕으로 경부의 움직임에 제한이 있는 경우 치료 실패의 원인 인자가 될 수 있다고 했다[24].

(2) 이석정복술 후 자세 제한(Postural restriction)

이석정복술 후의 자세 제한은 이석정복술을 통해 이석을 난형낭 안으로 정복한 후 환자들의 움직임을 최대한 제한하여 다시 반고리관으로 들어가지 못하게 하는 원리로 고안된 것으로, 많은 연구자가 다양한 방법으로 시도하여 왔다[25-27]. 흔한 자세 제한 방법은 특정 머리 움직임을 피하는 것으로 치료 후 머리가 뒤로 젖혀지지 않게 하거나, 수면 시 머리를 높인 상태를 취하거나, 수면 시 이환된 귀 쪽을 피하여 반대쪽으로 돌아눕는 자세를 취하도록 하는 것이다[27-29]. 초기에 Epley가 뒤반고리관 BPPV의 치료를 고안하였을 때 이석정복술 후 2일간 환자를 치료 수기의 마지막 자세인 앉은 자세에서 머리를 30° 숙인 상태로 자세 제한을 하였으나 수면 장애나 경부 경직과 같은 부작용이 많았다. 이에 많은 연구자가 이석정복술 후 자세 제한이 환자의 치료 결과에 영향을 주는지 평가하는 연구를 진행했다. 이전의 일부 연구에서는 이석정복술 후 자세 제한이 치료에 긍정적인 효과를 준다고 하였으나[30], 최근에 진행한 많은 연구를 분석한 메타 분석 논문들은 모두 치료에 효과가 없는 것으로 보고하고 있다[25,27]. 최근 9개의 연구에서 528명의 데이터를 토대로 시행한 체계적 문헌고찰에 따르면, 이석정복술 후의 자세 제한은 BPPV 치료에 효과가 일부 있었으나 정도가 매우 미미하였다[26]. 이러한 연구들을 바탕으로 2017년 개정된 BPPV 임상진료지침에서는 이석정복술 후 자세 제한을 시행하지 않을 것을 강력히 권고하고 있다[3].

(3) 유양동 진동(Mastoid oscillation)

유양동 진동은 진동기를 사용하여 유양동에 진동을 가하는 방식으로, BPPV의 치료 중 팽대부마루결석증에서는 팽대부마루에 붙어있는 이석을 떨어뜨리는 데 임상적으로 많이 사용되고 있으며, 반고리관결석증에서도 이석정복술을 시행할 때 이석의 이동을 증진하여 치료 효과를 높일 것으로 기대하여 사용하는 부가적인 치료 방법이다. 진동기의 사용은 아직도 임상에서 사용하는 경우가 많지만, 반고리관결석증에서 진동기의 치료 효과에 대해서는 논란의 여지가 많았다. Li [31]는 뒤반고리관 BPPV 환자의 치료에서 진동기를 사용하지 않은 군에서는 한 번의 이석정복술로 치료된 환자가 없었지만 진동기를 사용한 환자군에서는 70%의 치료 성공률을 보였다고 보고하였다. 하지만, 이후 전향적 연구들은 진동기 사용 여부와 치료 결과는 상관관계가 없다고 보고하였고, 최근 BPPV 치료에 대한 체계적 문헌고찰에서는 두 전향적 연구의 186

명을 대상으로 진동기 사용이 BPPV 치료 결과와 연관성이 없다고 결론지었다[26].

(4) 이석정복술 시 머리 회전의 속도

이석정복술을 시행할 때 머리 회전의 가속이나 감소의 정도가 빠를수록 반고리관 내 유리 이석들이 빠르게 이동할 것으로 추정하여, 많은 임상가가 이석정복술의 시행에서 빠른 머리 회전을 권고하여 왔다. 하지만, 아직까지 치료에서 머리 회전의 가속/감속의 효과에 대한 근거는 불충분한 상황이다. 이는 BPPV 치료에서 머리 회전 가속도에 대한 연구가 방법론적 한계로 인해 많이 보고되지 않았기 때문이다. 최근 한 연구는 전향적으로 50명의 수평 반고리관 BPPV 환자의 치료에서 Gufoni 수기를 적용할 때 전통적인 방법보다 더 빠른 가속과 감속이 치료 효과에 도움을 주는 것은 미미하다고 하였다[32]. 그러나 Tian 등[33]은 뒤반고리관 BPPV의 치료에서 더 적은 회전 각도로 더 많은 횡수의 가속을 적용했을 때 치료 효과가 향상했다고 보고하였다. 또한 가장 최근에 2축 이석 치료 의자(biaxial rotation chair, TRV; Synapsys)를 통해 연구 방법론적으로 보완한 무작위 sham 대조군 비교 연구에서는 수평 반고리관 BPPV 환자에서 치료 2주 후 치료 결과를 확인했을 때 더 빠른 회전 속도(초당 180°-240°)로 치료한 군이 82.4%로 전통적인 느린 회전 속도의 치료군의 55%, sham 치료군의 23.5%보다 치료 성공률이 통계적으로 의미 있게 높았다고 보고하였다[34]. 요약하면, 이석정복술 시의 머리 회전 속도가 치료 결과에 미치는 영향은 기존 연구 결과들이 상이하며, 뒤반고리관 BPPV에 대한 연구나 연구의 방법론적 보완을 통한 근거를 확보할 수 있는 추가 연구가 더 필요하다.

결 론

BPPV는 어지럼 환자를 진료하는 임상 의들이 가장 흔하게 접할 수 있는 질환이지만, 질환의 병태생리학적 원리와 전정기관의 해부학적 관계에 대한 이해를 바탕으로 현재까지 정립된 치료법만으로도 대부분의 아형을 1-2회의 치료만으로도 높은 치료 성공률을 보일 수 있다. 하지만 50세 이상의 고령인 경우, 두부 외상이 동반된 경우, 비특이적인 BPPV 아형의 경우 등이 치료 실패 인자로 보고되고 있고, 많은 연구에서 치료 시에 진동기 사용이나 치료 후의 자세 제한이 치료에 큰 효과가 없음을 확인하였다. 따라서, 임상 의들은 BPPV 환자를 치료할 때 이러한

BPPV 치료의 성공에 영향을 줄 수 있는 인자들을 고려하여 치료 계획을 세워 환자들에게 설명하고 적용할 필요가 있겠다.

중심 단어: 양성돌발두위현훈, 치료 결과, 치료 실패, 요인

이해관계(CONFLICT OF INTEREST)

저자는 이 논문과 관련하여 이해관계의 충돌이 없음을 명시합니다.

연구 지원(FUNDING/SUPPORT)

해당 없음.

REFERENCES

1. von Brevern M, Radtke A, Lezius F, Feldmann M, Ziese T, Lempert T, et al. Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: a population based study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007;78:710-5.
2. 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.
3. Bhattacharyya N, Gubbels SP, Schwartz SR, Edlow JA, El-Kashlan H, Fife T, et al. Clinical Practice Guideline: Benign Paroxysmal Positional Vertigo (Update). *Otolaryngol Head Neck Surg* 2017;156(3 Suppl):S1-47.
4. Amor-Dorado JC, Barreira-Fernández MP, Aran-Gonzalez I, Casariego-Vales E, Llorca J, González-Gay MA. Particle repositioning maneuver versus Brandt-Daroff exercise for treatment of unilateral idiopathic BPPV of the posterior semicircular canal: a randomized prospective clinical trial with short- and long-term outcome. *Otol Neurotol* 2012;33:1401-7.
5. Song MH, Kong TH, Shim DB. Optimal reassessment time for treatment response in posterior canal benign paroxysmal positional vertigo. *Laryngoscope* 2020;130:496-9.
6. Sato G, Sekine K, Matsuda K, Takeda N. Risk factors for poor outcome of a single Epley maneuver and residual positional vertigo in patients with benign paroxysmal positional vertigo. *Acta Otolaryngol* 2013;133:1124-7.
7. Hilton M, Pinder D. The Epley (canalith repositioning) manoeuvre for benign paroxysmal positional vertigo. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;(2):CD003162.
8. Helminski JO, Zee DS, Janssen I, Hain TC. Effectiveness of particle repositioning maneuvers in the treatment of benign paroxysmal positional vertigo: a systematic review. *Phys Ther*

- 2010;90:663-78.
9. **Teixeira LJ, Machado JN.** Maneuvers for the treatment of benign positional paroxysmal vertigo: a systematic review. *Braz J Otorhinolaryngol* 2006;72:130-9.
 10. **Imai T, Ito M, Takeda N, Uno A, Matsunaga T, Sekine K, et al.** Natural course of the remission of vertigo in patients with benign paroxysmal positional vertigo. *Neurology* 2005;64:920-1.
 11. **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;262:74-80.
 12. **Domínguez-Durán E, Domènech-Vadillo E, Álvarez-Morujó de Sande MG, González-Aguado R, Guerra-Jiménez G, Ramos-Macías Á, et al.** Analysis of risk factors influencing the outcome of the Epley maneuver. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2017;274:3567-76.
 13. **Sim E, Tan D, Hill K.** Poor treatment outcomes following repositioning maneuvers in younger and older adults with benign paroxysmal positional vertigo: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Dir Assoc* 2019;20:224.
 14. **von Brevern M, Bertholon P, Brandt T, Fife T, Imai T, Nuti D, et al.** Benign paroxysmal positional vertigo: diagnostic criteria. *J Vestib Res* 2015;25:105-17.
 15. **Del Rio M, Ariaga MA.** Benign positional vertigo: prognostic factors. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;130:426-9.
 16. **Yoon J, Lee JB, Lee HY, Lee BD, Lee CK, Choi SJ.** Potential risk factors affecting repeated canalith repositioning procedures in benign paroxysmal positional vertigo. *Otol Neurotol* 2018;39:206-11.
 17. **Babac S, Djeric D, Petrovic-Lazic M, Arsovic N, Mikic A.** Why do treatment failure and recurrences of benign paroxysmal positional vertigo occur? *Otol Neurotol* 2014;35:1105-10.
 18. **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;56:74-8.
 19. **Laurent G, Vereeck L, Verbecque E, Herssens N, Casters L, Spildooren J.** Effect of age on treatment outcomes in benign paroxysmal positional vertigo: a systematic review. *J Am Geriatr Soc* 2022;70:281-93.
 20. **Balatsouras DG, Koukoutsis G, Fassolis A, Moukos A, Apris A.** Benign paroxysmal positional vertigo in the elderly: current insights. *Clin Interv Aging* 2018;13:2251-66.
 21. **Gordon CR, Levite R, Joffe V, Gadoth N.** Is posttraumatic benign paroxysmal positional vertigo different from the idiopathic form? *Arch Neurol* 2004;61:1590-3.
 22. **Karlberg M, Halmagyi GM, Büttner U, Yavor RA.** Sudden unilateral hearing loss with simultaneous ipsilateral posterior semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo: a variant of vestibulo-cochlear neurolabyrinthitis? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;126:1024-9.
 23. **Vibert D, Kompis M, Häusler R.** Benign paroxysmal positional vertigo in older women may be related to osteoporosis and osteopenia. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112:885-9.
 24. **Martellucci S, Attanasio G, Ralli M, Marcelli V, de Vincentiis M, Greco A, et al.** Does cervical range of motion affect the outcomes of canalith repositioning procedures for posterior canal benign positional paroxysmal vertigo? *Am J Otolaryngol* 2019;40:494-8.
 25. **Devaiah AK, Andreoli S.** Postmaneuver restrictions in benign paroxysmal positional vertigo: an individual patient data meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;142:155-9.
 26. **Hunt WT, Zimmermann EF, Hilton MP.** Modifications of the Epley (canalith repositioning) manoeuvre for posterior canal benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *Cochrane Database Syst Rev* 2012;2012:CD008675.
 27. **Mostafa BE, Youssef TA, Hamad AS.** The necessity of post-maneuver postural restriction in treating benign paroxysmal positional vertigo: a meta-analytic study. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270:849-52.
 28. **Moon SJ, Bae SH, Kim HD, Kim JH, Cho YB.** The effect of postural restrictions in the treatment of benign paroxysmal positional vertigo. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2005;262:408-11.
 29. **Cakir BO, Ercan I, Cakir ZA, Turgut S.** Efficacy of postural restriction in treating benign paroxysmal positional vertigo. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;132:501-5.
 30. **Cohen HS, Kimball KT.** Treatment variations on the Epley maneuver for benign paroxysmal positional vertigo. *Am J Otolaryngol* 2004;25:33-7.
 31. **Li JC.** Mastoid oscillation: a critical factor for success in canalith repositioning procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;112:670-5.
 32. **Hwang M, Kim SH, Kang KW, Lee D, Lee SY, Kim MK, et al.** Canalith repositioning in apogeotropic horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo: do we need faster maneuvering? *J Neurol Sci* 2015;358:183-7.
 33. **Tian L, Sheng HB, Wang J, Luo X, Yu J, Jia XH, et al.** Comparative study on the roles of the number of accelerations and rotation angle in the treatment maneuvers for posterior semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2016;78:36-45.
 34. **Martens C, Goplen FK, Aasen T, Gjestad R, Nordfalk KF, Nordahl SH.** Treatment of horizontal canal BPPV: a randomized sham-controlled trial comparing two therapeutic maneuvers of different speeds. *Laryngoscope Investig Otolaryngol* 2020;5:750-7.