



Assessing Agreement Between Upright and Supine Head Roll Tests for Horizontal Semicircular Canal Benign Paroxysmal Positional Vertigo

Tae Ho Kim¹, Jae Sang Han¹, Jae Hong Han¹, Dong-Hee Lee², Yeonji Kim¹,
Shi Nae Park¹, Kyoung-Ho Park¹, Jae-Hyun Seo¹

¹Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul; and

²Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Uijeongbu St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

수평반고리관 양성발작성두위험환에서 Upright Head Roll Test와 Supine Head Roll Test의 일치도 분석

김대호¹ · 한재상¹ · 한재홍¹ · 이동희² · 김연지¹ · 박시내¹ · 박경호¹ · 서재현¹

¹가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 이비인후-두경부외과학교실, ²가톨릭대학교 의과대학 의정부성모병원 이비인후-두경부외과학교실

Received February 22, 2022

Revised July 22, 2022

Accepted August 5, 2022

Address for correspondence

Jae-Hyun Seo, MD, PhD
Department of Otolaryngology-
Head and Neck Surgery,
Seoul St. Mary's Hospital,
College of Medicine,
The Catholic University of Korea,
222 Banpo-daero, Seocho-gu,
Seoul 06591, Korea
Tel +82-2-2258-6210
Fax +82-2-595-1354
E-mail revivalseo@catholic.ac.kr

Background and Objectives The newly introduced upright head roll test (UHRT), which exploits head rotations in the roll plane with the patient in the upright sitting position, is a diagnostic maneuver for horizontal canal-benign paroxysmal positional vertigo (HC-BPPV). This study is designed to determine whether UHRT, compared to supine head roll test (SHRT), can more accurately diagnose HC-BPPV and determine the subtype of HC-BPPV.

Subjects and Method A total of 455 video nystagmus tests performed between April 2019 to June 2021 were retrospectively reviewed, and 63 patients with direction-changing positional nystagmus at UHRT or SHRT were enrolled in this study. UHRT result was classified as negative (if no nystagmus was observed), positive incomplete (if nystagmus was detected in one side), and positive complete (if nystagmus was evoked in both side). The frequency of nystagmus is also included in our assessment. In addition, the results of 4 patients with bow and lean test (BLT) records on videonystagmography were also analysed.

Results The concordance rate between UHRT and SHRT was 97.8%, and the positive concordance rate was 91.38%. UHRT and SHRT provided identical subtype diagnosis in 98.1% (52 of 53 cases). In one case, UHRT and SHRT showed opposite results. Evaluating the affected side with bow and lean records, the SHRT, UHRT and BLT showed consistent results. The mean frequency of nystagmus was faster in SHRT than in UHRT.

Conclusion UHRT showed equivalent results to SHRT in distinguishing subtype of HC-BPPV. UHRT is a useful method in diagnosing HC-BPPV simply in a sitting position.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2022;65(9):497-502

Keywords Benign paroxysmal positional vertigo; Diagnosis; Semicircular canals.

서론

양성발작성두위현훈(benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)은 머리의 움직임에 따라 짧고 반복적인 회전성 어지럼을 보이는 질환으로, 어지럼의 원인 질환 중 17%~42%를 차지하는 가장 흔한 질환이다.¹⁾ 그중 수평반고리관 BPPV (horizontal canal-BPPV, HC-BPPV)는 5%~15%를 차지하여 후반고리관 BPPV (posterior canal-BPPV, PC-BPPV)에 이어 두번째로 높은 유병률을 보인다.^{2,3)}

HC-BPPV를 진단하기 위해 가장 널리 사용되는 검사방법은 1985년에 소개된 supine head roll test (SHRT)로, HC-BPPV의 진단 뿐 아니라 그 아형과 병측에 대한 진단이 가능하며, 이후에 개발된 bow and lean test (BLT)를 같이 시행하면 병측에 대하여 더 정확한 진단이 가능하다.⁴⁻⁷⁾

최근 Martellucci 등은 HC-BPPV의 새로운 진단 방법으로 앉은 자세에서 roll 평면에 따라 머리를 기울이는 upright head roll test (UHRT)를 소개하였다.^{8,9)} UHRT는 누워서 시행하는 SHRT와 달리 앉은 자세에서 검사가 가능하기 때문에 앉은 자세에서 UHRT와 BLT를 같이 시행하는 검사조합이 용이하다는 강점이 있지만, 최근에 소개되었기 때문에 검사의 신뢰성에 대한 연구 결과가 부족하다. 기존 연구에서 UHRT에 대한 결과 분석은 소규모 환자군에서만 수행되었고, 비디오안진검사를 통한 객관적인 검사결과를 제시하지 못했다는 제한점이 있었다.^{8,9)} 이에 저자들은 HC-BPPV 환자에게 시행한 비디오안진검사 결과를 분석하여 SHRT와 비교한 UHRT의 신뢰성을 확인하고자 본 연구를 계획하였다.

대상 및 방법

2019년 4월부터 2021년 6월까지 가톨릭대학교 서울성모병원에서 병력 및 이학적 검사에서 BPPV가 의심되어 비디오안진검사를 시행한 20세 이상의 성인을 대상으로 비디오안진검사 결과를 후향적으로 분석하였다. 의무기록의 분석은 인증된 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받아 진행하였다(KC21RASI0733). 비디오안진검사서 체위성 검사를 통해 체위에 따라 방향이 변하는 안진(direction-changing positional nystagmus, DCPN)을 확인하였는데, 안진의 최대 완상속도(maximum slow phase velocity)가 3°/s 이상인 경우를 유의미한 안진으로 판정하였다.¹⁰⁾

본원에서 시행하는 비디오안진검사의 프로토콜에는 누운 상태에서 머리를 회전하는 SHRT뿐 아니라 앉은 상태에서 머리를 기울이는 UHRT가 포함되어 있어 분석이 가능하였다. UHRT는 앉은 자세에서 roll 평면으로의 머리 회전, 즉 관

상면으로 고개를 좌측과 우측으로 각각 45° 정도 기울인 후 30초 이상 자세를 유지하면서 안진을 관찰하는 검사 방법이다(Fig. 1). 비디오안진검사상 UHRT에서 안진이 관찰되지 않는 경우는 음성(negative), 일측에서만 안진이 발견되는 경우는 불완전 양성(incomplete positive), 양측에서 DCPN이 관찰되는 경우는 완전 양성(complete positive)으로 평가하였다. 안진의 방향은 향지성 및 원지성으로 분류하였고, 향지성 DCPN에서는 안진의 크기가 큰 방향을, 원지성 DCPN에서는 안진의 크기가 작은 쪽을 병측으로 판단하였다. 전정기능저하로 인한 안진이 발생한 경우를 감별하기 위해 온도안진검사(caloric test)에서 반고리관 마비가 관찰되며 방향전환이 없는 안진(unidirectional nystagmus)을 보인 결과는 분석에서 배제하였다.

추가적으로 비디오안진검사 결과 안진의 크기도 분석에 포함하였고, 비디오안진검사서 BLT를 포함하여 시행한 경우의 결과는 별도로 분석하였다.

통계 분석은 SHRT와 비교하여 UHRT의 신뢰도를 평가하기 위해서 2×2 표를 만들어 분석하여 두 검사의 일치율(percent agreement), 양성 일치율(percent positive agreement), 그리고 카파 통계량(Cohen's kappa statistic)을 계산하였고,¹¹⁾ 안진의 크기는 Wilcoxon signed rank test를 사용하여 분석하였다. 통계 프로그램은 Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA)과 SPSS version 24 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였으며 통계학적 유의 수준은 95% 이상으로 하였다($p < 0.05$).

결과

2019년 4월부터 2021년 6월까지 총 455건의 비디오안진검사 결과를 후향적으로 검토하였으며, UHRT 또는 SHRT에서 체위에 따라 방향이 변하는 안진(DCPN)을 보인 경우는 63명이었다. 평균 연령은 63.0±11.9세였고, 성별은 남자가 18명이고 여자가 45명이었다. SHRT를 기준으로 하였을 때 DCPN의 방향은 향지성이 19명(30.2%), 원지성이 44명(69.8%)으로 원지성이 더 많았다. 병측은 우측 28명(44.4%), 좌측 27명(42.9%)으로 비슷한 수치를 보였다.

SHRT와 비교하여 UHRT의 신뢰도를 평가하기 위해서 불완전 양성과 완전 양성 결과를 묶어 양성으로 정의하여 분석하였을 때, 비디오안진검사를 확인한 455명 중 53명은 UHRT와 SHRT에서 모두 양성하였고, UHRT에서만 양성인 경우는 4명, SHRT에서만 양성인 경우는 6명, 그리고 두 검사 모두 음성인 경우는 392명이었다(Table 1). 이를 바탕으로 계산한 UHRT와 SHRT의 일치율은 97.8%, 양성 일치율은 91.38%

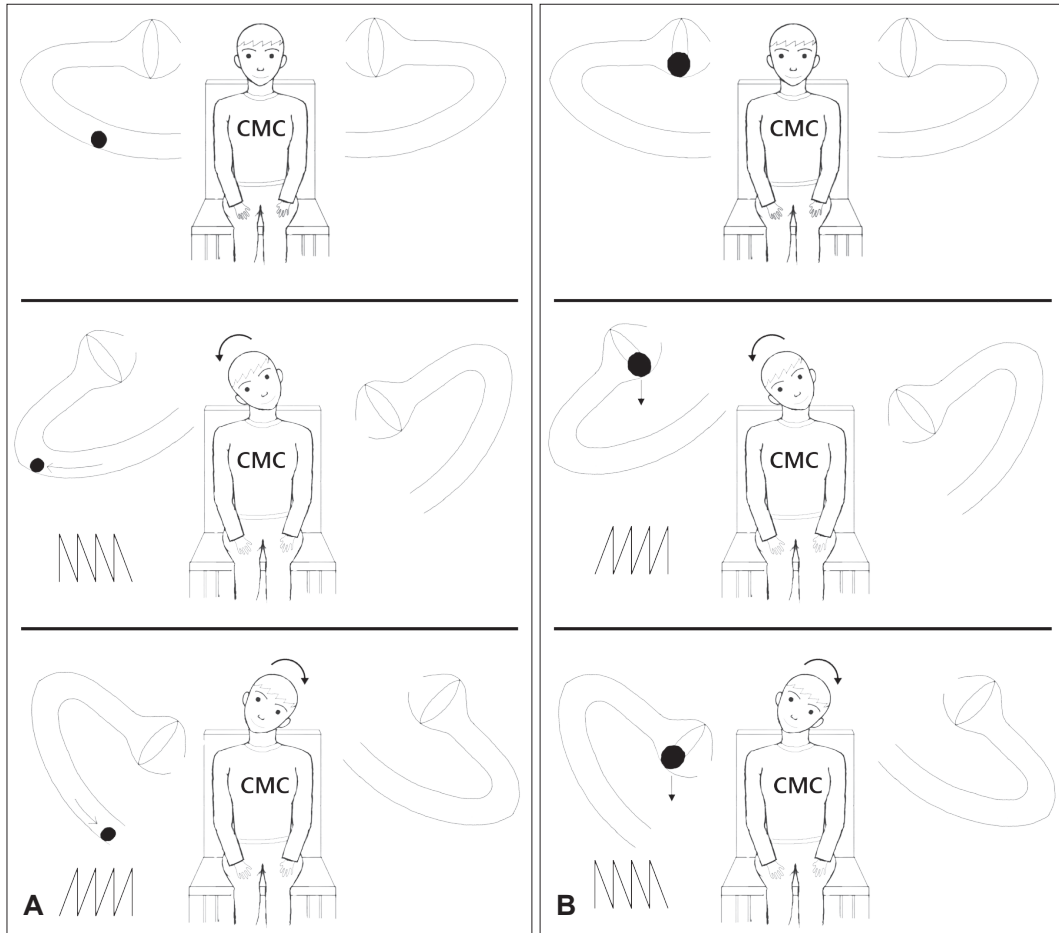


Fig. 1. Schematic diagram of otolith movements in horizontal semicircular canal depending on head rotations. A: Canalolithiasis type of horizontal semicircular canal BPPV in UHRT. B: Cupulolithiasis type of horizontal semicircular canal BPPV in UHRT. BPPV, benign paroxysmal positional vertigo; UHRT, upright head roll test.

이었으며 Cohen's kappa는 0.90이었다. 두 검사에서 모두 양성을 보인 53명 중에서 SHRT에서 완전 양상을 보인 경우가 44명(83.0%)으로 UHRT에서 완전 양상을 보인 경우는 37명(69.8%)보다 많았다.

안진 방향의 일치성을 확인하기 위하여 SHRT와 UHRT 모두에서 양성의 결과를 보인 환자 53명을 대상으로 안진의 방향을 비교하였는데, 두 가지 검사에서 모두 항지성 안진을 보인 경우는 16명, 모두 원지성 방향을 보이는 경우는 36명으로 총 52명(98.1%)에서 안진의 방향이 일치했다. 두 검사에서 일치되지 않는 결과를 보인 경우가 한 명 있었는데, SHRT에서 항지성 안진을 보였으나 UHRT에서는 원지성 안진이 나타났다(Table 2). 안진의 방향에 대한 두 검사의 일치율은 97.8%이고 Cohen's kappa는 0.96이었다.

또한, 비디오안진검사로 BLT가 함께 기록된 4명에 대해서 안진의 방향과 환측 예측이 SHRT 및 UHRT 결과와 일치하는지 비교하였을 때 모두 일치되는 것을 확인할 수 있었다(Table 3).

마지막으로 안진의 세기(intensity)를 비교하기 위하여 비디오안진검사서 기록된 안진의 속도(degree per second, °/s)를 비교 분석하였다(Table 4). 두 가지 검사에서 안진이 동일한 방향을 보인 환자군 52명에서 안진이 큰 방향의 안진 세기는 SHRT에서 평균 9.7 (7.1-12.4) °/s, UHRT에서 5.3 (3.8-6.9) °/s로 나타났으며, 안진이 약한 방향의 경우 평균 세기는 SHRT에서 4.5 (3.4-5.6) °/s, UHRT에서 2.6 (1.8-3.4) °/s로 나타나 모든 경우에서 SHRT에서 안진의 세기가 통계적으로 유의하게 큰 것으로 나타났다($p < 0.001$). 또한 항지성 안진이 관찰된 16명과 원지성 안진이 관찰된 36명으로 나누어 안진의 세기를 비교하였을 때 모든 결과에서 유의미하게 SHRT의 세기가 UHRT에 비해 큰 것을 확인할 수 있었다($p < 0.01$).

고 찰

UHRT는 앉은 자세에서 roll 평면에 맞춰 고개를 좌우측

으로 기울인 후 안진을 관찰하는 방법으로, 수평반고리관의 반고리관이적인 경우에는 병측으로 머리를 기울일 때 이석이 중력에 의해 움직이면서 팽대지향성 내림프 흐름을 만들어 향지성 안진이 관찰되고, 건측으로 머리를 기울일 때에는 이석이 팽대반지향성 흐름을 유발하여 향지성 안진이 관찰된다(Fig. 1A). 팽대부릉이석의 경우 환측으로 머리를 기울이면 중력에 의해 팽대부릉정이 난형낭(utricle)과 떨어지는 쪽

Table 1. Comparison of positive results between UHRT and SHRT

SHRT	UHRT		
	Positive (complete + incomplete)	Negative	Total
Positive (complete + incomplete)	53	6	59
Negative	4	392	396
Total	57	398	455

Concordance rate=97.8%; positive concordance rate=91.38%; Cohen's kappa=0.90. Complete positive means that direction changing positional nystagmus was evoked in both sides. Incomplete positive means that the nystagmus was evoked in only one side. UHRT, upright head roll test; SHRT, supine head roll test

Table 2. Comparison of nystagmus direction between UHRT and SHRT

SHRT	UHRT		
	Geotropic	Ageotropic	Total
Geotropic	16	1	17
Ageotropic	0	36	36
Total	16	37	53

Concordance rate=97.8%; Cohen's kappa=0.96. UHRT, upright head roll test; SHRT, supine head roll test

Table 3. Summary of four cases who underwent SHRT, UHRT and BLT

Case	SHRT			UHRT			BLT			Correlation
	Nystagmus		Affected side	Nystagmus		Affected side	Bow	Lean	Affected side	
	Direction	Stronger side		Direction	Stronger side					
1	Ageo	R	L	Ageo	R	L	R	None	L	Yes
2	Geo	R	R	Geo	R	R	R	L	R	Yes
3	Geo	R	R		None		R	None	R	Yes
4		None		Ageo	L	R	L	R	R	Yes

SHRT, supine head roll test; UHRT, upright head roll test; BLT, bow and lean test; Ageo, Ageotropic direction; Geo, geotropic direction; R, right; L, left

Table 4. Comparison of nystagmus velocity between SHRT and UHRT

	Stronger side			Weaker side		
	SHRT	UHRT	p-value*	SHRT	UHRT	p-value*
Overall (n=52)	9.7 (7.1–12.4)	5.3 (3.8–6.9)	<0.001	4.5 (3.4–5.6)	2.6 (1.8–3.4)	<0.001
Geotropic (n=16)	12.9 (7.1–18.7)	6.2 (2.8–9.6)	0.003	5.4 (3.0–7.9)	3.3 (1.1–5.4)	0.009
Ageotropic (n=36)	8.3 (5.4–11.2)	4.9 (3.1–6.7)	0.001	4.1 (2.9–5.3)	2.3 (1.6–3.1)	<0.001

All data indicate mean and 95% confidence intervals. *Wilcoxon signed rank test. SHRT, supine head roll test; UHRT, upright head roll test

으로 기울게 되어 반향지성 안진으로 관찰되며, 같은 기전으로 건측으로 머리를 기울일 때에도 반향지성 안진이 관찰된다(Fig. 1B).^{8,9)}

SHRT는 피검자를 양와위로 눕혀 머리를 30° 전굴 시킨 채로 두위를 좌우로 돌리며 안진을 관찰하는 검사로, 1985년에 소개되어 진단적 가치를 인정받아 현재 HC-BPPV를 진단하는 임상 진료 지침으로 널리 사용되고 있다.^{1,4-6)} HC-BPPV 환자군에서 SHRT와 비교하여 검사 결과의 신뢰도를 평가하는 것은 검사의 진단적 가치를 확인하는 좋은 방법이다. 본 연구에서 저자들은 두 검사방법을 비교한 결과 일치율 97.8%, 양성 일치율은 91.38%를 확인하였고 Cohen의 kappa는 0.9였다. Ccohen의 kappa가 0.80보다 큰 것은 거의 완벽한 일치(almost perfect)를 의미하므로 두 검사 결과는 거의 완벽한 일치를 보였다.¹²⁾

HC-BPPV의 이석 정복술 후 성공률은 60%–90%¹³⁻¹⁵⁾로 평균 90% 이상^{16,17)}의 치유효과를 보이는 PC-BPPV과 비교하여 낮은 결과를 보인다. Choung 등⁷⁾은 HC-BPPV 환자에서 병측을 판단하는 것이 어려운 것을 주된 원인으로 제시하였다. 병측을 오판하는 것은 barbecue rotation과 같은 정복술로 반고리관 이석이 팽대부릉으로 이동하게 하여 상황을 악화시킬 수 있기 때문에 병측에 대한 정확한 평가는 검사의 진단적 가치를 평가하는데 중요한 요소이다.⁷⁾ 본 연구에서 저자들은 UHRT와 SHRT 모두에서 양성의 결과를 보인 환자군 53명을 대상으로 안진의 방향을 비교하였고, 1명(1.95%)의 환자를 제외한 52명(98.1%)의 환자에서 동일한 안진의 방향을 확인하여 두 검사 간의 거의 완벽한 일치를 확인하였다 (Cohen's kappa=0.96).¹²⁾ 또한 HC-BPPV 환자의 병측을 평

가하는 BLT결과를 4명의 환자군에서 확인하였고, SHRT 및 UHRT결과와 일치하는 것을 확인하였다. 두 검사 간 상반된 결과를 보인 1에는 검사 중에 팽대부릉이석과 반고리관이석의 전환이 일어났을 가능성이 있으며 BPPV 환자가 아니었을 가능성도 추측해볼 수 있다.

UHRT는 SHRT에 비하여 안진의 세기가 작은 값을 보였다. HC-BPPV를 진단하고 병측을 평가하는데 필요한 요소는 안진의 방향이기 때문에 세기는 검사의 진단적 가치를 판단하는데 필수 요소로 보기 힘들다. 하지만 안진의 세기가 작다는 것은 결과 해석의 편의성을 고려하였을 때 검사자의 주의를 요한다. 비디오안진검사와 같은 검사 장비를 이용한다면 이러한 점은 극복 가능할 것으로 본다.

어지럼증은 많은 원인에 대한 감별이 필요하기 때문에 초기에 정확한 신체검진이 불필요한 검사와 시간을 절약하는 데에 중요하다.¹⁸⁾ 하지만 어지럼 증상 및 불안감으로 인한 낮은 순응도로 외래에서 신체검진을 진행하는 데에 어려움이 있다.¹⁾ 일반적으로 BPPV는 외래에서 진료하는 환자군으로 앉은 자세 그대로 간단히 시행할 수 있는 UHRT와 BLT를 통해 경과를 평가한다면 의료진의 효율성과 환자의 편의성을 높일 수 있고 환자의 순응도를 고려하였을 때 정확도를 향상시킬 수 있다.

UHRT는 BPPV 환자들에게 유용하게 사용될 수 있는 검사법으로 생각하지만 기존 연구에서는 검사의 신뢰도가 평가되어 있지 않다는 한계가 있었다.^{8,9)} 본 연구는 소규모 대상을 분석하였던 기존 연구에 비하여 더 많은 환자군을 확보하였으며, 객관적인 비디오안진검사 결과를 바탕으로 하여 연구의 신뢰도를 높일 수 있었다. 특히 기존 연구에서는 UHRT를 SHRT와 직접적으로 비교하지 않고 각각의 검사가 포함된 진단 프로토콜을 분석하였으나, 본 연구에서는 HC-BPPV의 진단에 가장 많이 사용되는 SHRT와 대비한 UHRT의 신뢰도를 최초로 제시하였다는 의미가 있다. 또한 비디오안진검사를 기반으로 SHRT와 UHRT의 안진의 세기를 비교하여 SHRT에 비해 UHRT의 안진의 세기가 작다는 제한점을 객관적으로 제시하였다. 그러나, 비디오안진검사 시행 당시 두 검사의 실시 순서 및 시간 간격에 대한 정보가 없어 반복된 검사로 인한 피로도가 분석에 포함되지 못한 점은 고려되어야 할 것이다. 또한 UHRT는 수평 반고리관 외에 수직 반고리관이 자극될 수 있는 자세이나, 본 연구는 UHRT의 진단적 가치를 평가하기 위해 계획되었기 때문에 UHRT에서 안진의 수직성분에 대해서는 분석하지 않았다. UHRT에서 회전 안진이 나타나는 경우와 Dix-Hallpike 검사 간의 일치 여부도 추후 확인해볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 비디오안진검사 결과만을 후향적으로 분석한 연

구로써 다음과 같은 몇가지 한계가 있다. 첫째, 환자의 진료 기록과 치료 경과가 분석에 포함되지 않았으며, 다른 전정기관 관련 질환들을 감별하기 위한 추가적 검사가 분석에 포함되지 못했다는 한계가 있다. 둘째, 비디오안진검사에서 BLT를 시행한 결과가 4명밖에 없어서 이를 포함한 분석을 할 수 없었으므로 HC-BPPV의 이석의 위치에 따른 UHRT의 결과가 어떻게 나타나는지 분석할 수 없었다. 따라서 추후 환자의 증상, BLT 결과 그리고 치료 경과 등을 분석에 포함하여 포괄적으로 분석한 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로, UHRT는 HC-BPPV 환자의 진단 및 아형을 확인하는 데에 비교적 높은 신뢰도를 보였으며, 환자가 앉은 상태에서 간단하게 HC-BPPV를 진단하고 환측을 평가할 수 있는 유효한 검사 방법이 될 수 있을 것으로 생각한다.

Acknowledgments

None

Author Contribution

Conceptualization: Dong-Hee Lee. Data curation: Tae Ho Kim, Jae Hong Han. Formal analysis: Jae Sang Han. Methodology: Jae-Hyun Seo. Resources: Yeonji Kim, Shi Nae Park, Kyoung-Ho Park. Supervision: Jae-Hyun Seo. Visualization: Tae Ho Kim. Writing—original draft: Tae Ho Kim. Writing—review & editing: Jae-Hyun Seo, Jae Sang Han.

ORCID

Jae-Hyun Seo

<https://orcid.org/0000-0002-8443-8581>

REFERENCES

- 1) 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.
- 2) Cakir BO, Ercan I, Cakir ZA, Civelek S, Sayin I, Turgut S. What is the true incidence of horizontal semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;134(3):451-4.
- 3) Parnes LS, Agrawal SK, Atlas J. Diagnosis and management of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *CMAJ* 2003;169(7): 681-93.
- 4) 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(3-4):105-17.
- 5) McClure JA. Horizontal canal BPV. *J Otolaryngol* 1985;14(1):30-5.
- 6) Pagnini P, Nuti D, Vannucchi P. Benign paroxysmal vertigo of the horizontal canal. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1989;51(3): 161-70.
- 7) Choung YH, Shin YR, Kahng H, Park K, Choi SJ. 'Bow and lean test' to determine the affected ear of horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo. *Laryngoscope* 2006;116(10):1776-81.
- 8) Martellucci S, Malara P, Castellucci A, Pecci R, Giannoni B, Marcelli V, et al. Upright BPPV protocol: Feasibility of a new diagnostic paradigm for lateral semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo compared to standard diagnostic maneuvers. *Front Neurol* 2020;11:578305.
- 9) Malara P, Castellucci A, Martellucci S. Upright head roll test: A

- new contribution for the diagnosis of lateral semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo. *Audiol Res* 2020;10(1):236.
- 10) Jeffery H, Hopkins M, Anderson R, Patel V, Rogers J. The interpretation of static positional nystagmus in a balance clinic. *Int J Audiol* 2017;56(12):958-66.
 - 11) Kong KA. Statistical methods: Reliability assessment and method comparison. *Ewha Med J* 2017;40(1):9-16.
 - 12) Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33(1):159-74.
 - 13) Nuti D, Agus G, Barbieri MT, Passali D. The management of horizontal-canal paroxysmal positional vertigo. *Acta Otolaryngol* 1998;118(4):455-60.
 - 14) Fife TD. Recognition and management of horizontal canal benign positional vertigo. *Am J Otol* 1998;19(3):345-51.
 - 15) Casani AP, Vannucci G, Fattori B, Berrettini S. The treatment of horizontal canal positional vertigo: Our experience in 66 cases. *Laryngoscope* 2002;112(1):172-8.
 - 16) Epley JM. The canalith repositioning procedure: For treatment of benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;107(3):399-404.
 - 17) Herdman SJ, Tusa RJ, Zee DS, Proctor LR, Mattox DE. Single treatment approaches to benign paroxysmal positional vertigo. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1993;119(4):450-4.
 - 18) Wasay M, Dubey N, Bakshi R. Dizziness and yield of emergency head CT scan: Is it cost effective? *Emerg Med J* 2005;22(4):312.