양성 체위성 현훈과 재활치료

가천의과대학교 이비인후-두경부외과학교실
한 규 철·양 시 호

Benign Paroxysmal Positional Vertigo and Rehabilitation Therapy

Gyu Cheol Han, MD and Si Ho Yang, MD
Department of Otolaryngology-Head & Neck Surgery, Gil Medical Center, Gachon Medical School, Incheon, Korea

서 론

양성 체위성 현훈이란 부정형의 유리이석이 두부회전운동만을 감지하는 기관인 반고리관의 생리학적 변화를 유발하여 중력이나 직선운동에 대해서도 예민한 기관으로 변화시킨 병적 상태를 말한다. 문헌적으로는 1897년 Adler에 의해 보고된 "외상성 체위성 현훈"을 시발로 Bruns는 낭미충증에 의한 중추신경계에서 유발된 체위성 현훈을 보고하였다. 체위변환성 현훈은 1921년에 Barany에 의해 회전성 안진과 짧은 유지시간, 피로현상과 같은 임상 특징이 보고되었고 이후 여러 유발동작들이 소개되면서 1952년에 Hallpike에 의해 현대적 개념으로 발전하였다. 당시의 진단명이 "positional vertigo of the benign paroxysmal type"인 것을 미루어 보면 체위성 현훈과 체위 변환성 현훈에 모호한 경계를 짐작하게 한다. 이후 1969년 Schuknecht가 병리현상을 팽대부릉정 결석설로써 설명한 이후에 1979년에 Hall, Ruby, McClure 등[1]에 의해 반고리관 결석설이라는 새로운 가설이 등장하였다. 양자는 체위성 현훈을 이해하는데 공히 상호 보완적이면서 서로 변환이 가능한 기전으로 이해되고 있다. 현재는 양자가 정설로 받아 들여지고 있으며 이후 발견된 여러 형태의 양성 체위성 현훈에 대한 치료법 개발의 효시가 되었다.

본 논고에서는 질환의 이해를 돕기 위해 현재까지 밝혀지거나 보고된 사실들을 종합하고 향후 연구 방향을 제시하고자 하였다.

용어, 분류, 역학, 해부학, 병리학

체위성 현훈(Positional vertigo)와 체위 변환성 현훈(Positioning vertigo)

체위성 현훈은 원인 질환이나 병리현상의 구별 없이 두부나 신체 자세에 따라 안진 이나 어지럼증이 나타나는 모든 질환에 통칭하여 사용되어 왔다. 후 반고리관형에서 체위 변환 시에만 안진이 나타나고, 측 반고리관형은 주로 체위성으로 나타나지만 두부 전굴과 같은 체위 변환 시에도 진단할 수 있다. 반면 체위성 현훈은 미로누공, 후두개종양, 소뇌-연수각 주위 종양, 제 4 뇌실의 선천성 기형에서도 나타난다. 따라서 모호한 통칭보다는 유발상황에 따른 정확한 명칭을 사용하는 것이 바람직하다.[2]

말초성 병변의 증거

체위성 현훈은 중추성과 말초성 질환에서 공히 발견할 수 있다. 단지 외림프누공, 미로진탕, 자가면역질환, 바이러스성 미로염, 메니에르 병, 압력상해, 전 반고리관 피열증후군(superior canal dehiscence syndrome) 등의 전정 질환과 연관되어 발생되기도 하고, 많은 환자에서 자연치유가 된다는 것과 유발자세에 따라 부합되는 안진이 발견된다는 것과 체위성 현훈을 설명할 만한 다른 중추성 질환을 찾기 어렵다는 측면에서 말초성 병변을 감별할 수 있어 "양성"이란 수식어를 붙인다.[2] 더욱이 전정신경 절단술이나 후 반고리관신경 절단술, 반고리관 폐쇄수술로써 어지럼증이 소실된다는 점과 수술 중에 발견된 반고리관 내에 유리이석 등이 절대적인 말초성 질환의 증거로 제시되고 있다.

반면 중추성 질환에 의한 체위성 안진은 지속적으로 나타나거나 두부의 상하-좌우 운동에 따라 하향성 또는 상향성 성분이 강하게 나오기도 하고 단속운동이 섞인 안진이 출현한다. 또한 안진의 방향이 수시로 바뀌거나 유발자세에 맞지 않는 안진이 출현하거나 반복검사에 피로도가 없는 비정형의 안진이 관찰된다. 그러나 더욱 중요한 소견은 다른 신경학적 증상이 수반된다는 것이다. 즉, 다양한

유발 안진검사를 부가하거나 지속적으로 환자의 전신상태와 안구운동을 주의 깊게 관찰하면 비교적 쉽게 감별해 낼 수 있다. 한 예로 소뇌 질환에 의한 하향성 안진과 전 반고리관형 팽대부릉정 결석간의 구별에서 안구운동검사(ocular motor studies)는 감별검사에 큰 도움이 된다.[3]

역 학

Froehling 등[4]은 년 인구 100,000명당 107명의 발생빈도를 보인다고 보고하였다. 반면 일본에서는 년 인구 100,000명당 10.7명으로 조사되었다.[5] 실제로 전체 환자 중 체위성 현훈이 차지하는 비율이 공히 17%인 것을 보면[6][7] 이는 실제로 동서양에서의 발생률의 차이가 아니라 일본에서의 진단기준이 Dix - Hallpike test에서 안진이 관찰될 때로 국한 하였기 때문으로 풀이된다. 약 10%내지 15%의 환자에서 전정신경염이 선행하며 18~20%환자에서 두부외상이 선행하여 동반되지만 나머지 많은 수의 환자에서는 특별한 선행 질환이 없이 특발성으로 발생된 것을 알 수 있다.[1][8]

해부학적 이해

모든 반고리관의 팽대 입구부(inlet of ampulla)는 반팽대 입구부(inlet of non - ampulla)보다 좁고, 양자는 중앙부(mid - canal portion)보다는 넓고 둥근 양상을 띤다. 따라서 팽대부 쪽의 고리관에 유리된 이석을 고리관 중앙부로 이동 시킬 수만 있다면, 반팽대 입구부로 이동시켜 유리시키는 것은 매우 간단할 수 있다.[9] 아울러 난형낭의 평형반은 측 반고리관에 평행한 평면에 놓이며 측 반고리관이나 전 반고리관보다 낮은 평면에 놓인다.[10]

팽대부릉정 결석설과 반고리관 결석설

팽대부릉정 결석설은 팽대부릉정에 유리이석이 달라 붙음으로써 밀도의 변화를 초래하여 중력에 대한 두부운동에 예민하게 반응하게 한다는 이론이다. 하지만 이는 두부의 위치 자체보다는 보다는 두부 위치의 변환동작에 의해 체위성 현훈이 초래된다든가, 두부위치를 유지하고 있으면 수십 초 이내에 안진이 소실된다든가 하는 전형적 임상소견을 충분히 설명할 수가 없었다. 반면 반고리관 결석설에 의하면, 두부 운동시에 유리결석이 일종의 피스톤 역할을 수행함으로써 내림프액의 흐름을 만듦으로써 앞서 말한 체위성 현훈의 많은 부분을 설명할 수 있게 되었다. 아울러 수술 중에 고리관의 막성 전정내에서 유리결석이 증명됨으로써 정설로 받아들여지고 있다.[11]

장완병변(Long arm lesion)과 단완병변(Short arm lesion)

반고리관의 팽대 입구부와 반팽대 입구부 사이의 좁은 중간부위를 중심으로 유리이석이 어디에 존재하느냐에 따라 반고리관 결석을 분류하는 방법이다. 팽대부 쪽을 단완병변(short arm lesion), 반 팽대부 쪽을 장완병변(long arm lesion)으로 구별할 수 있으며 임상경과에 따라 양자 사이에 교차가 일어나기도 한다. 과거 팽대부릉정 결석설은 팽대부릉정의 양면 어느 쪽이든 유착된 유리이석이 있는 경우로 설명하였으나 현대적 개념의 단완병변 중 일부도 동일한 효과를 나타낼 것으로 생각된다. 반면 장완병변은 전통적인 개념의 반고리관 결석설에 부합된다. 따라서 단완병변 보다는 장완병변이 흔히 발견되며 현존하는 이석정복술의 치료법에도 반응이 좋은 것으로 알려져 있다.[12]

Vestibular lithiasis

Epley는 반고리관 결석설, 팽대부릉정 결석설과 함께 유리이석 응괴(canalith jam)의 병리현상이 공히 존재한다고 하였다.[13] 유리이석 응괴가 형성되면 직접적으로 팽대부릉정을 고정된 위치에서 움직임을 제한하거나 간접적으로 고리관내의 내림프액의 흐름을 막는 역할을 하게 된다고 설명하였다. 대개 응괴는 재활치료 후에 합병증으로 발생하며 두부회전운동 없이도 중력이나 직선운동에서도 심한 어지럼증을 발생시킨다. 결과적으로 양측 여섯 개의 반고리관에 연관된 세가지 병리현상이 발생할 수 있으므로 총 18가지의 병리 현상을 염두에 두고 환자를 진찰하게 된다. 이중에 특이한 것은 팽대부릉정 결석설은 " full head - down Hallpike 자세 "보다는 " half - Hallpike 자세 "에서 진단된다는 것이다. 그 이유로는 이러한 자세에서 팽대부릉정이 비교적으로 낮게 놓이기 때문으로 설명하고 있다. 하지만 단순 팽대부릉정 결석에 해당하는 경우는 매우 드물 뿐만 아니라 단순이학적 검사나 전정기능검사로 단정지을 수는 없다. 결국 어지럼증이 자주 반복되며 유발안진의 시간이 길고 잠복기가 없이 바로 나타나고 치료에 반응이 적은 특징 등을 종합하여 치료 후에 추정하게 된다.[6][14]

체위성 현훈의 진단

정확한 진단을 위한 이학적 검사방법은 진단적 가치로써 뿐만 아니라 치료의 종결시점을 결정할 수 있는 중요한 의미를 갖는다. 검사를 시행하기 전에 환자에게 검사의 방법과 검사로 야기되는 어지럼증 현상을 환자에게 이해시키고 추정되는 병변의 반대쪽부터 검사함으로써 검사 순응도를 높인다든가, 증상이 심한 환자에게는 보다 느리게 자세변

환을 유도하는 등의 요령으로 안진을 보다 정확히 관찰할 수 있으며 신뢰도 높은 검사방법을 유지함으로써 진단 뿐만 아니라 치료의 효율을 높일 수도 있다.

진단기준

후 반고리관에 대한 진단기준으로 제시되었던 잠복기, 유발두위와 증상과의 일치 및 돌발적 안진 발생, 반복검사 시에 피로도, 두위 변환 시에 역전된 안진의 존재 등을 진단기준으로 사용하였으나 최근에는 다양한 형태의 양성 체위성 현훈이 밝혀지면서 일괄적으로 진단기준을 정하는 것은 매우 조심스럽게 되었다. 즉 후 반고리관형에서도 역전 안진이 모두 발견되는 것이 아니라든가, 잠복기가 없이도 나타난다든가 하는 점이며, 측 반고리관형에서는 더욱 이런 기준에 부합되지 않는다. 따라서 정형화된 진단기준 보다는 개별 환자의 문진과 추정 질환의 특성을 잘 파악하는 것이 좋은 방법으로 생각된다.

Dix - Hallpike test

수직 반고리관형의 체위성 현훈을 진단하는 방법으로, 앉은 자세에서 먼저 두부를 45도 측방으로 돌려 경부근육에 의한 안진의 발생여부를 확인한 후에, 이어서 빠르게 두부를 일측 수평면 이하로 20° 이상 떨군다. 이때 프란젤안경을 사용하면 정확하게 안진을 관찰할 수 있다. 회전성 안진에 관한 중추성 억제 효과는 비교적 적으므로 밝은 방에서도 진단도구 없이도 간편하게 시행할 수 있다.[15]

Side - Lying test

수직 반고리관형 체위성 현훈을 진단하는 방법으로, 노인이나 경부를 비롯한 척추부에 문제가 있는 환자에게서 사용할 수 있는 방법이다. 환자는 검사 테이블 장측 모서리에 앉아 고개를 추정 병변 반대측으로 45° 돌리고, 추정 병변측으로 빠르게 눕게 한다.

Roll test

측 반고리관형의 체위성 현훈을 진단하는 방법으로 앙와위에서 두부를 30° 전굴한 상태에서 고개를 좌, 우 일측으로 90° 회전시킨 자세에서 안진의 유무를 관찰하는 검사법이다.

침범 반고리관의 구별

임상적으로 양성 체위성 현훈에서 후 반고리관형은 가장 많은 91%를 차지하며[16] 이는 아마도 후 반고리관의 팽대부가 기립성 자세나 앙와위에서 중력에 대해 가장 낮은 부위에 위치하기 때문일 것이라 추측된다. 측 반고리관형은 6%정도 보고되고 있다. 반면 전 반고리관형은 Herdmann 등은 11.3%로 보고하였으나[17][18] Honrubia 등[19]은 1.4%, Korres 등[14]은 1.6%로 보고하였다. 수직 반고리관에 발생된 양성 체위성 현훈은 안구 최첨부가 바닥면을 향하는 급속성분의 회전성 안진을 보이며, 전 반고리관과 후 반고리관형에 따라 하향 안진, 상향 안진 소견이 각각 수반된다. 반면, 측 반고리관형의 경우는 순수 수평 안진이 발견된다. 반고리관 결석설에 의한 경우는 향지성 안진이 병변측에서 강하게 나타나고, 팽대부릉정 결석설에 의한 경우는 원지성 안진이 건측에서 강하게 나타나는 특징을 보인다.

재활 치료

과거에 양성 체위성 현훈의 치료에 대한 여러 의견이 제시되었다. 즉 자연 완해율이 높은 질환이며 노인환자가 많으므로 치료에 따른 다른 합병증을 방지하기 위해서 임상 추적관찰만 하자는 의견이 있는가 하면, 치료의 용이성과 경제성, 빠른 치료효과와 언제 어디서나 쉽게 치료할 수 있는 장점을 들어 약제의 사용이 선택되기도 하였다.[20] 만약 자연회복을 기대하기 어렵고 약제에 반응이 만족스럽지 못한 경우나 중추성 체위성 현훈의 경우 수술적 치료를 선택하기도 하였다.[11] 재활치료를 옹호하는 입장에서는 증상 완화효율이 현저하게 높으며 이는 메타분석,[21] 전향적 연구,[22] 환자대조군 연구[23-26] 코호트연구[27][28]로 증명되었고 임상적 관찰 치와 잘 부합되고, 재발률을 낮출 수 있는[22] 안전한 치료법[24]이라는 점에서 일차적인 치료법으로 권장하고 있다.[29]

재활치료를 반대하는 입장에서는 다음과 같은 근거를 제시하고 있어 향후 양성 체위성 현훈과 관련하여 연구해야 할 방향을 가늠하게 한다. 1) 유리이석 정복술 자체가 유리이석을 제거하는 치료가 아니다 ; 2) 유리이석이 병인이라는 조직학적 증거가 적다 ; 3) 치료 후에 유리이석이 없어졌다는 증거가 없다 ; 4) 치료 시에는 난형낭의 평형반이 측 반고리관이나 전 반고리관의 팽대부릉 보다 높게 존재한다 ; 5) 사후검안에서 유리이석이 발견되었으나 생전에 체위성 현훈이 없었던 경우가 많다 ; 6) 호염기 침착이 흔히 관찰되며 비율은 전 반고리관 13%, 측 반고리관 21%, 후 반고리관 28%로 임상결과와 맞지 않는다 ; 7) 호염기 침착이 양측성으로도 많이 발견된다 ; 8) 재활치료에 장기간 추적 관찰 결과치가 적다; 9) 다른 치료법과의 대조 연구에 대한 보고가 적다. [24][30]

재활치료법을 대별하여 보면 유리이석 정복술과 습성화

방법이 있다. 어느 방법을 선택하느냐는 환자의 추정되는 병리현상과 환자의 치료 호응도, 치료자의 선호도나 경험에 의해 결정된다. 유리이석에 의한 모든 질환이 적응증에 해당하며 금기증이라기 보다는 치료에 주의를 요하는 환자로는, 소뇌교각주위의 뇌종양 환자와[31] 경추부 및 척추의 추간판 탈출환자, 척추뇌저 부전,[32] 중증 류마토이드관절염,[33] 임산부, 망막 질환자, 고혈압환자,[13] 심장질환자[1]등이 있다. 이러한 환자의 재활치료는 보호자를 동석시켜 심적 안정을 꾀하고 두부와 함께 몸 전체를 함께 돌리는 치료법과 기구를 이용하여 환자의 두부 위치를 조정하는 기술이 적용이 될 수도 있다. 경우에 따라서는 진동자만으로 치료하는 등의 세심한 배려가 필요하다. 10세 이하 소아에서는 이러한 체위성 현훈이 보고된 바가 없으며 치료 순응도가 낮고, 유사 체위성 현훈이 가장 큰 비중을 차지하며 편두통성 현훈의 치료에 좋은 반응을 보이므로 재활치료에 신중을 기해야 한다.

치료의 횟수

1회 방문 시에 단 1회씩만 유리이석 정복술을 시행하는 방법과[26)34)35)] 1회 방문에 정해진 횟수만큼 유리이석 정복술을 시행하는 방법과[36)] 방문 시마다 어지럼증이나 안진이 소실될 때가지 반복적으로 시술하는 방법[22)37)38)]이 사용된다. 하지만 단기추적관찰에서 치료 결과에 차이가 없다고 알려져 있다.[39)]

일회 치료요법(Single treatment approach)

유리이석을 난형낭으로 이동시키는 것을 목적으로 하며, 수직 반고리관에 대해서는, 대표적으로 Epley에 의해 소개된 유리이석 정복술과[38)] Semont liberatory법[40)]이 있으며, 양자가 비슷한 치료결과(70~90%)를 보인다고 보고하였다.[41)] 일차 치료 후에 10~20%에서 1~2주일 내에 증상이 재현될 수 있으며 부가적인 재활치료로 최종 치료 효율은 95%이상의 수치에 도달한다.[41)] 측 반고리관에 대해서는 90 씩 건측으로 360 °회전시키는 바비큐회전법(Barbecue rotation)과 12시간 동안 건측을 밑으로 하여 측와위로 누워있는 Forced prolonged position 법이 있다.

습성화 방법(Habituation exercises approach)

Brandt와 Daroff[42)]에 의해 고안된 방법으로, 2내지 3주간 하루에 수 차례씩 두부와 몸통을 측면으로 눕힘으로써 유리이석의 확산과 제거 및 중추의 습성화를 유도하고자 하는 방법이다. 일회 치료요법보다는 지속적인 치료가 필요하다는 점에서 환자의 순응도가 반드시 필요한 치료법이다.[43)]

변형된 유리이석 정복술(Modified Canalith repositioning procedure ; CRP)

고식적 형태의 유리이석 정복술은 5가지 두위가 정해져 있다. 즉 테이블에 앉은 자세에서 시작하여 먼저 두부를 yaw 축에서 병측으로 45 ° 돌린다. 이후 두부를 빠르게 테이블 수평면 보다 20 ° 이상 하방으로 떨구고 약 40초간 자세를 유지한다. 이때의 두위 유지시간은 치료자의 경험에 따라 정해진다. 이후 두부를 건측 45 ° 방향으로 돌려 충분한 시간만큼 자세를 유지한다. 이때 반드시 안진이나 어지럼증이 나타나는 지를 확인하도록 한다. 만약 이때 안진이 나타난다면 부적절한 재활치료였을 가능성이 있으므로 처음부터 다시 시작하도록 한다. 다음 동작은 몸통을 마저 90 ° 측와위로 돌려 안면부를 최대한 바닥을 볼 수 있게 하여 충분한 시간을 유지한다. 이어서 고개를 돌린 채로 바로 앉도록 한다. 마지막으로 고개를 정면으로 돌린다. 최종 자세를 취했을 때 안진이나 어지럼증이 나타나서는 안되며 만약 이러한 증상이 나타난다면 반복 치료한다. 이러한 5가지 두부 위치에서 마지막 단계를 제외한 경우를 통상 " 변형된 Epley 방법 " 또는 Particle repositioning method(PRM)로 불려진다.[44)] 반면 Tirelli는 PRM에 앙와위와 복와위를 첨가하고 첫 대기 자세를 포함하여 일곱 가지 두위와 두부진탕법(head shaking method)을 포함하는 변형된 방법을 발표하였다.[45)] 즉, 치료방법은 정해진 것이 아니고 이론적으로 합당하다면 치료자나 치료기관마다의 경험에 따라 변형하여 사용할 수 있다.

Semont liberatory법[8)]

환자를 검사 테이블 장측 모서리에 앉히고 두위는 yaw 축에서 건측으로 45 ° 돌리고, 병측으로 빠르게 눕힌다. 충분한 시간 동안 두위를 유지하고 이어서 두위를 고정시킨 채로 180 ° 반대편으로 빠르게 돌아 눕힌다. 다시 앉은 자세로 변환하여 두부를 정면으로 돌려 충분한 시간을 유지한다. 180 ° 돌아 누웠을 때 안진이나 어지럼증이 나타난다면 부적절한 재활치료였을 가능성이 있으므로 처음부터 다시 시작하도록 한다. 역시 최종 자세를 취했을 때 안진이나 어지럼증이 나타나서는 안되며 만약 이러한 증상이 나타난다면 반복 치료한다.

Brandt와 Daroff법

병측과 관계없이 고개는 눕는 방향과 반대로 두부를 고정하여 " 중간 - 일측 - 중간 - 반대측 - 중간 "을 약 30초 간격으로 계속 반복하는 방법이다. 이는 자가치료의 대표적 습성화 방법으로 체위성 현훈의 종류에 관계없이 폭넓게

사용되고 있다.

바비큐 회전법

측 반고리관의 체위성 현훈을 치료하는 방법 중에 몸통과 두부를 90 씩 일정 방향으로 회전시키는 모든 방법을 통칭하는 것으로써 여기에는 180 ° 회전법[8] 270 ° 회전법[46] 360 ° 회전법[47] 등이 있으며 180 ° 자세가 바뀐 복와위와 270 ° 자세에서 안진이나 어지럼증의 소실여부가 치료 성공여부로써 판가름된다. 따라서 유리이석이 측 반고리관 장완(long arm, non ampullary portion)에 존재한다면, 이론적으로 어떤 방법이든 동일한 치료 결과를 얻게 된다. 단 팽대부릉정 근처에 존재하는 반고리관형 결석인 경우는 팽대부릉정 결석과 동일한 안진으로 변화되어 오히려 향지성에서 원지성 안진으로 바뀔 수도 있다. 단 180 ° 회전법 이후에는 48시간 동안 자세를 고정시켜야 하는 단점이 있는 반면에 270 ° 이상 회전법에서는 이러한 자세고정이 필요치 않기 때문에 보다 선호된다. 아울러 치료효율은 63% 정도로 보고 되었다.[23] 반면 최근에는 측 반고리관형 양성 체위성 현훈의 치료에서도 " 변형된 네가지 두위의 Semont liberatory법 "이 사용된다. 즉, 반고리관 결석형에서는 침상 모서리에 정면을 보고 앉는다. 다음에 빠른 속도로 병측으로 모로 눕는다. 그리고 얼굴이 바닥을 향하도록 90 ° 돌려 2~3분간 자세를 유지하고 처음 자세로 돌아간다.[48] 반면 팽대부릉정 결석형에서는 건측으로 눕는 것이 차이점이다.[49] 이와 같은 개량된 치료법은 간편하면서도 중력과 측반고리관의 해부학적 사실을 충분히 고려한 만큼 보다 합리적인 방법으로 생각된다.

Forced prolonged position법

유리이석이 반고리관의 장완병변이나 난형낭측의 팽대부릉정에 부착되어 있을 경우 사용할 수 있는 방법이다. 건측을 밑으로 하여 12시간 이상 측와위를 유지함으로써 중력에 의해 유리이석이 제거되는 원리를 이용한 것으로 초회 치료시 치료성공률은 74%로 알려져 있다.[23][50]

치료 시에 완치판정과 추적관찰 스케쥴

안진의 유무, 증상의 소실, 장애지수(disability index)의 감소, Dizziness handicap inventory(DHI)와 같은 설문지법으로 치료 결과를 판별한다. 초 치료 후에 추적관찰간격은 각 기관마다 차이가 있으나 통상 1~2주 이내에 잔유증상이 나타날 수 있으므로 최소 2주 후에 추적관찰을 시행하도록 하며 이후 추적 기간은 임의로 정할 수 있다. 문헌적으로는 경험에 따라 약 1개월을 추적관찰 시점으로 잡고 있으며 완치 판정은 3년간의 추적관찰 후에 시행하게 된다.

재활 치료 전후의 주의 사항

체위성 현훈은 돌발적으로 발생하기 때문에 환자의 입장에서는 생명과 관련된 뇌종양이나 뇌혈관질환으로 오인하여 불안해 하게 된다. 따라서 재발이 있을 수 있는 양성질환이며 단지 내이기관에 국한된 병변임을 설명함으로써 치료 순응도를 높임과 동시에 불안증으로 인한 체평형 감각의 변화를 최소화 할 수 있다.[43]

재활치료 전에 전정 안정제 등의 약제 사용을 피한다. 단 오심이 심한 환자에서는 치료 30분 전에 promethazine과 같은 항구토제를 사용할 수 있다. 재활치료 시에 빠른 동작으로 힘을 주어 머리를 돌리게 되므로 사전에 검사와 치료 전에 앉은 자세에서 두부를 수분간 신전시킨 상태로 유지하여 척추뇌저 부전 유무를 확인하는 것이 바람직하다.

제거된 유리결석을 난형낭에 고정시키기 위해, 고식적인 치료법에서는 수면 시 조차도 두부를 거상한 채로 48시간을 유지토록 하고 이후 5일간, 다시 검사가 이루어질 때까지, 환측으로 눕지 말아야 한다고 하였다. 이와 같은 제한점은 환자의 치료 순응도를 떨어뜨리기 쉽다. 따라서 치료 후에 약 1~2일간 soft collar를 사용하거나 두부를 거상시키거나 두부의 *pitch* 운동을 제한시키고 물건을 집을 때 허리를 굽히지 않게 하는 등의 주의 사항을 권장하여도 무방하다.[51][52]

치료예후인자

양성 체위성 현훈은 특징적으로 10세 이전에 발생된 예가 보고된 적이 없고 외상성이 원인불명의 경우보다 치료에 반응이 적다. 이와 같이 연령, 원인질환을 비롯한 성별, 병리기전, 유병기간, 침범된 반고리관의 종류와 숫자, 안진의 잠복기, 가족력, 양측성, 치료자의 기술, 재활 치료방법, 진동자의 사용여부, 담배[53]등이 예후인자로 제시되었으나 Macias 등[54]이 시행한 코호트 연구에서는 재발률의 증감에는 관계가 없는 것으로 밝혀졌다.

재활치료 실패요인

아직 정확한 치료 실패 요인분석이 되어 있지 않다. 하지만 측 반고리관에 대해서는 몇 가지 추정되는 원인이 제시되어 있다. 유리이석이 고리관을 통과하기에 너무 큰 경우,[23] 팽대부릉정에 과도하게 밀착된 경우, 병변측의 감별이 어려운 경우, 치료 후 두부운동제한을 하지 못한 경우 등이다. 그러나 일반적으로 모든 체위성 현훈의 치료 실패

요인으로 작용하는 요소는 재활치료 시에 유리이석이 이동할 충분한 시간적 여유 없이 바로 다음 동작으로 이행하는 것처럼 치료가 부적절하게 이루어 진 경우와[16] 양측성 체위성 현훈, 유리이석의 생성이 지속적으로 많이 유발되는 경우,[55] 다른 전정질환을 동반한 경우,[56] 중추성 체위성 현훈, 비만, 경추 척추증(cervical spondylosis) 등이 동반된 경우에서 충분한 치료를 시행하지 못한 경우 등이 제시되어 있다. 따라서 치료효율을 높이기 위해서는 충분하고 정확한 방법으로 이학적 검사를 시행하여 질병자체를 감별할 뿐만 아니라 병측의 구별과 장완병변과 단완병변과 같은 병리현상을 추정하여야 한다. 아울러 치료 시에도 유리이석의 이동과 위치를 추정해 보고 아울러 안진의 변화와 장애지수나 DHI와 같은 설문을 통해 임상증상의 변화를 고려하여 치료전략을 수정하여야 한다.

고찰 및 토론

전 반고리관형 체위성 현훈

Dix - Hallpike 검사법에서 바닥을 향하는 미미한 회전성분과 비교적 강한 하향 안진 성분이 관찰되는 경우로써 후 반고리관형이 상향 안진 성분을 갖는 다는 점만 제외하고는 매우 유사하나 양측으로 나온다는 점이 특이하다. 이는 전 반고리관이 관상측면에 놓이기 때문으로 생각되며 따라서 과거 양측성 후 반고리관으로 보고되었던 증례 중 일측의 전 반고리관에 수술적 요법을 통해 완해된 예에서와 같이 양측성 후 반고리관형 양성 체위성 현훈과 소뇌(nodular), 뇌간의 Anold - Chiari 기형(floccular)에 의한 체위성 현훈과 감별진단을 필요로 한다.[57] Baloh[8]에 의해 1987년에 처음 보고되었고 후 반고리관형 체위성 현훈의 치료 중에 공통각을 통해 유입된 유리 이석에 의해 발생되는 것으로 생각된다. 해부학적으로는 팽대부가 반 중력위치에 놓이게 되므로 인구통계학적으로 발생률의 의미가 미미하고[58] 자연치유가 쉽고 인간의 전후방 운동에 따른 적응이 쉬울 뿐만 아니라 치료가 필요한 경우도 Epley 법을 사용하는 등 후 반고리관형 체위성 현훈과 동일하다.[43][55]

응급실에서의 치료

응급실에 내원한 어지럼증 환자는 단일증상으로는 세 번째로 흔한 증상이며 어지럼증의 원인도 다양하다. 따라서 주의 깊은 문진을 통해 중추신경계 경색질환을 감별해야 하며 이에 부가하여 각종 신경학적 검사를 시행하여야 한다. 단 중추성 질환이 감별된 후 라면 환자나 보호자를 안심시키고 약제를 사용하지 않은 상태에서 이비인후과 의사의 빠른 치료가 이어져야 한다.[59]

생리적 체위성 현훈(Physiologic Positional nystagmus), 정상 검사 소견인 환자에서의 치료 전략

정상인에서도 순간적인 5° 이하의 체위성 현훈은 나타날 수 있다. 또한 체위성 현훈일지라도, 3~4주에서 수개월 사이에 자연 완해 된다는 보고도 있다.[42] 체위성 현훈은 내림프액이나 팽대부릉정의 밀도에 변화를 일으킬 정도의 질환이 이환 되었을 때만 증상이 유발된다. 뿐만 아니라 반복되는 검사에 의해 뭉쳤던 이석이 흩어져 버려 검사 당시에 증상이 유발되지 않을 수도 있다. 따라서 문진을 통해 강력히 양성 체위성 현훈이 의심된다면 재활치료를 우선 시행해 볼 수도 있다.[60] 이와 같이 진단적 치료를 시행한 경우 완치효율이 60.46%로 보고되었다. 또한 증상이 일과성이거나 생활에서 초회 증상(single episode)이거나 어지럼증 장애지수가 2미만 즉, 일상생활과 직장 생활에 장애가 없는 경우에는 전신적인 전정재활치료(General conditioning exercise)를 시행함으로써 안정을 유지시킬 수도 있다.

재활치료 시에 진동자가 반드시 필요한 도구인가?

진동자 사용여부에 따른 재활치료의 환자대조군 연구에서는 단기 추적관찰 결과에 차이가 없는 것으로 알려져 있다.[36][61] 단 전형적인 양성 체위성 현훈의 병력만 있는 경우나, 병약한 환자에서,[62] 유리이석 응괴[13]등에서 사용해 볼만한 가치가 있을 것으로 기대된다. 금기증으로 외림프누공, 망막 박리[13] 같은 동반 질환이 있다.

복합성 체위성 현훈, 양측성 체위성 현훈과 2차성 체위성 현훈의 치료 순서

최근 복합성 체위성 현훈의 보고가 늘고 있으며 약 5%로 알려져 있다.[32] 대개는 치료 도중 다른 반고리관형으로 변형된 것으로 추정된다.[63] 이러한 환자에서는 복합적인 안진을 관찰할 수 있으며 치료는 치료자의 경험에 비추어 가장 치료 효율이 높은 반고리관부터 시행하거나 증상이 심한 것부터 치료할 수 있다. 단 일정한 날짜의 간격을 두고 단계적으로 반복 검사를 통해 잔유하는 체위성 안진을 차례로 치료한다.[64]

재발 및 재활 치료에 반응이 없는 경우의 재활 치료 전략

체위성 현훈의 전정 재활 치료 후 40개월 이내에 재발생률이 50%에 달한다는 보고가 있다.[22] 또한 1회 체위성 현훈에 이환 되었던 환자에서 그렇지 않았던 환자에 비해

1.62배의 재발률을 보였다는 보고도 있다.[4] 아울러 체위성 현훈은 자연 연령증가에 따라 발생률이 증가하는 질환이므로, 어지럼증 장애지수 2 이상의 체위성 현훈의 재발시에 반복검사를 통하여 복합성 체위성 현훈, 중추성 체위성 현훈을 감별해야 하고 특이 소견이 관찰되지 않는 다면, 반복 재활 치료를 시도해 볼 수 있다.[38)65)] 단 단일치료법에 반응이 없었던 환자라면 동일한 치료효과를 얻을 수 있는 습성화 방법으로 바꾸어 시행할 수도 있다.[66)]

안진 소실 후에 체평형감의 변화

급성 일측성 말초 전정기능 저하 후에 약 15%환자에서 체위성 현훈이 발생한다고 알려져 있다.[27)] 따라서 이들 환자에서 자세변동에 따른 신체 부조화가 있을 수 있으며 이들 환자의 45%에서 잔유한 자세불안을 경험하게 된다.[28)] 주로 전후방 형의 흔들림(fore - aft type sway)으로 관찰되며, 빠른 두부 운동시에 증가하므로 체평형감을 증진시키는 일반적인 평형조율운동(General conditioning exercise)이나 전정기능향상운동(generic type)과 두부 움직임을 느리게 하도록 교육이 필요하다.[67)] 단 이런 증상이 심각한 상태가 아니라면 유리이석 정복술 자체 만으로도 체위 안정성(postural stability)를 증진 시키는 효과가 있으므로[67)68)] 환자를 안심시키는 것이 필요하다. 체위성 안진의 소실 후에도 체평형감의 변화는 수일간 지속될 수 있다. 원인으로는 운동제한과 생활의 질 감소에 따른 심리적인 현상으로 이해되고 있다.[69)]

전정 재활 치료 후의 유리 이석의 운명

이석의 크기는 3~30 μm 길이이며 Calcium carbonate, Sodium, Magnesium, Phosphorus, Sulfur, Chlorine, Potassium으로 이루어 진다.[70)] 이러한 작은 알갱이는 그냥 덩어리로 존재하는 것이 아니라 끊임없이 이온변화(ionic change)를 하는 동적상태(Dynamic state)에 놓이게 된다. 노화, 스트렙토마이신 중독 질환의 상태에서 이석막의 아교층의 감소에 따라 발생한 비정형의 유리이석[71)]은 대개 20시간 이내에 소실된다고 연구되었다. 더군다나 내림프액 내 칼슘농도에 의해 소실의 완급이 조절되는 것으로 알려졌다.[72)] 전정 재활치료로 제거된 유리이석 역시 난형낭으로 유입되고 아마도 막성 전정기관에 유착되거나 전정도수관을 통해 제거됨으로써 내림프액의 흐름에 더 이상 영향을 줄 수 없게 되는 것으로 추정된다.[43)]

양성 체위성 현훈의 예방

현재까지 뚜렷한 예방책으로 제시된 것은 없다. 다만 연령과 관련된 퇴행성 질환 및 전신질환들과 연관된 연구와 유리이석의 중력 및 정량적 측정방법 및 영상화 방법의 개발과 이석의 이온대사와 유전자 연구를 통해 그 방법을 강구 할 수 있을 것으로 기대한다.

결 론

체위성 현훈에 관해 수 십년간 많은 연구자에 의해 많은 내용이 밝혀진 것처럼 보이지만 아직도 명쾌한 설명이 안되는 비정형의 소견이 많이 존재한다. 따라서 기초적인 전정기관에 관한 연구와 함께, 앞으로 보다 많은 비정형의 증례를 수집 - 분석하는 과정을 통해 질환의 원인과 병리치료와 예방에 이르기 까지 정확한 이론이 정립되기를 바란다.

REFERENCES

1) Hall SF, Ruby RR, McClure JA. *The mechanics of benign paroxysmal vertigo. J Otolaryngol 1979;8:151-8.*
2) Furman JM, Cass SP. *Primary Care: Benign Paroxysmal Positional Vertigo. N Engl J Med 1999;341:1590-6.*
3) Telian SA, Shepard NT. *Update on vestibular rehabilitation therapy. Otolaryngol Clin North Am 1996;29:359-71.*
4) Froehling DA, Silverstein MD, Mohr DN, Beatty CW, Offord KP, Ballard DJ. *Benign positional vertigo: Incidence and prognosis in a population-based study in Olmsted County, Minnesota. Mayo Clin Proc 1991;66:596-601.*
5) Mizukoshi K, Watanabe Y, Shojaku H, Okubo J, Watanabe I. *Epidemiological studies on benign paroxysmal positional vertigo in Japan. Acta Otolaryngol Suppl (Stockh) 1988;447:67-72.*
6) Beynon GJ. *A review of management of benign paroxysmal positional vertigo by exercise therapy and by repositioning manoeuvres. Br J Audiol 1997;31:11-26.*
7) Nedzelski JM, Barber HO, Mcllmoyl L. *Diagnoses in a dizziness unit. J Otolaryngol 1986;15:101-4.*
8) Baloh RW, Honrubia V, Jacobson K. *Benign positional vertigo: clinical and oculographic features in 240 cases. Neurology 1987;37:371-8.*
9) Curthoys IS, Oman CM. *Dimensions of the horizontal semicircular duct, ampulla and utricle in the human. Acta Otolaryngol 1987;103:254-61.*
10) Takahashi H, Takagi A, Sando I. *Computer-aided three-dimensional reconstruction and measurement of the round window and its membrane. Otolaryngol Head Neck Surg 1989;101:517-21.*
11) Parnes LS, McClure JA. *Free-floating endolymph particles: A new operative finding during posterior semicircular canal occlusion. Laryngoscope 1992;102:988-92.*
12) Lim DJ. *Otoconia in health and disease. A review. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl 1984;112:17-24.*
13) Epley JM. *Human experience with canalith repositioning manueuvres. Ann NY Acad Sci 2001;942:179-91.*
14) Korres S, Balatsouras DG, Kaberos A, Economou C, Kandiloros D, Ferekidis E. *Occurrence of Semicircular Canal Involvement in Benign Paroxysmal Positional Vertigo. Otol neurotol 2002;23:926-32 .*
15) Seidman SH, Leigh RH. *The human torsional vestibulo-ocular reflex during rotation about an earth-vertical axis. Brain Res 1989;504:264-8.*
16) Fife TD. *Recognition and management of horizontal canal benign*

positional vertigo. Am J Otol 1998;19:345-51.
17) Herdman SJ, Tusa RJ, Clendaniel RA. *Eye movement signs in vertical canal benign paroxysmal positional vertigo. In: Fuchs AF, Brandt T, Buttner U, Zee D, editors. Contemporary ocular motor and vestibular research: A tribute to David A. Robinson. Stuttgart: Georg Thieme Verlag;1994. p.385-7.*
18) Tusa RJ, Herdman SJ. *Assessment and treatment of anterior canal benign paroxysmal positional vertigo using the canalith repositioning maneuver (CRM). Am Acad Neurology (ANN) Abstr. Neurology 1997; 48:A384.*
19) Honrubia V, Baloh RW, Harris MR, Jacobson KM. *Paroxysmal positional vertigo syndrome. Am J Otol 1999;20:465-70.*
20) McClure JA. *Horizontal canal BPV. J Otolaryngol 1985;14:30-5.*
21) Lopez-Escamez JA, Lopez-Nevot A, Salinero J. *The treatment of benign paroxysmal positional vertigo of the lateral semicircular canal by positional manipulation. Acta Otorrinolaringol Esp 1999;50:473-5. Review. Spanish.*
22) Nunez RA, Cass SP, Furman JM. *Short- and long-term outcomes of canalith repositioning for benign paroxysmal positional vertigo. Otolaryngol Head Neck Surg 2000;122:647-52.*
23) Nuti D, Agus G, Barbieri MT, Passali D. *The management of horizontal-canal paroxysmal positional vertigo. Acta Otolaryngol 1998; 118:455-60.*
24) Hilton M, Pinder D. *The Epley manoeuvre for benign paroxysmal positional vertigo--a systematic review. Clin Otolaryngol 2002;27: 440-5.*
25) Wolf M, Hertanu T, Novikov I, Kronenberg J. *Epley's manoeuvre for benign paroxysmal positional vertigo: A prospective study. Clin Otolaryngol 1999;24:43-6.*
26) Asawavichianginda S, Isipradit P, Snidvongs K, Supiyaphun P. *Canalith repositioning for benign paroxysmal positional vertigo: A randomized, controlled trial. Ear Nose Throat J 2000;79:732-4, 736-7.*
27) Baloh RW, Honrubia V, Jacobson K. *Benign positional vertigo: Clinical and oculographic features in 240 cases. Neurology 1987;37: 371-8.*
28) Ruckenstein MJ. *Therapeutic efficacy of the Epley canalith repositioning maneuver. Laryngoscope 2001;111:940-5.*
29) Smouha EE. *Time course of recovery after Epley maneuvers for benign paroxysmal positional vertigo. Laryngoscope 1997;107:187-91.*
30) Buckingham RA. *Anatomical and theoretical observations on otolith repositioning for benign paroxysmal positional vertigo. Laryngoscope 1999;109:717-22.*
31) Vrabec JT. *Benign paroxysmal positional vertigo and otolith repositioning. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1998;124:223-5.*
32) De la Meilleure G, Dehaene I, Depondt M, Damman W, Crevits L, Vanhooren G. *Benign paroxysmal positional vertigo of the horizontal canal. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1996;60:68-71.*
33) Humphriss RL, Baguley DM, Sparkes V, Peerman SE, Moffat DA. *Contraindications to the Dix-Hallpike manoeuvre: A multidisciplinary review. Int J Audiol 2003;42:166-73.*
34) Beynon GJ, Baguley DM, da Cruz MJ. *Recurrence of symptoms following treatment of posterior semicircular canal benign positional paroxysmal vertigo with a particle repositioning manoeuvre. J Otolaryngol 2000;29:2-6.*
35) O'Reilly RC, Elford B, Slater R. *Effectiveness of the particle repositioning maneuver in subtypes of benign paroxysmal positional vertigo. Laryngoscope 2000;110:1385-8.*
36) Hain TC, Helminski JO, Reis IL, Uddin MK. *Vibration does not improve results of the canalith repositioning procedure. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2000;126:617-22.*
37) Gross EM, Ress BD, Viirre ES, Nelson JR, Harris JP. *Intractable benign paroxysmal positional vertigo in patients with Meniere's disease. Laryngoscope 2000;110:655-9.*
38) Epley JM. *The canalith repositioning procedure: For treatment of benign paroxysmal positional vertigo. Otolaryngol Head Neck Surg 1992;107:399-404.*
39) Atlas JT, Parnes LS. *Intratympanic gentamicin titration therapy for intractable Meniere's disease. Am J Otol 1999 May;20:357-63.*
40) Semont A, Freyss G, Vitte E. *Curing the BPPV with a liberatory maneuver. Adv Otorhinolaryngol 1988;42:290-3.*
41) Herdman SJ, Tusa RJ, Zee DS, Proctor LR, Mattox DE. *Single treatment approaches to benign paroxysmal positional vertigo. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1993;119:450-4.*
42) Brandt T, Daroff RB. *Physical therapy for benign paroxysmal positional vertigo. Arch Otolaryngol 1980;106:484-5.*
43) Baloh RW. *Vestibular and auditory disorders. Curr Opin Neurol 1996; 9:32-6.*
44) Parnes LS, Price-Jones RG. *Particle repositioning maneuver for benign paroxysmal positional vertigo. Ann Otol Rhinol Laryngol 1993; 102:325-31.*
45) Tirelli G, D'Orlando E, Zarcone O, Giacomarra V, Russolo M. *Modified Particle Repositioning Procedure. Laryngoscope 2000;100: 462-8.*
46) Lempert T, Tiel-Wilck K. *A positional maneuver for treatment of horizontal-canal benign positional vertigo. Laryngoscope 1996;106: 476-8.*
47) Baloh RW, Yue Q, Jacobson KM, Honrubia V. *Persistent direction-changing positional nystagmus: Another variant of benign positional nystagmus? Neurology 1995;45:1297-301.*
48) Casani AP, Vannucci G, Fattori B, Berrettini S. *The Treatment of Horizontal Canal Positional Vertigo: Our Experience in 66 Cases. Laryngoscope 2002;112:172-8.*
49) Appiani GC, Catania G, Gagliardi M. *A liberatory maneuver for the treatment of horizontal canal paroxysmal positional vertigo. Otol Neurotol 2001;22:66-9.*
50) Vannucchi P, Giannoni B, Pagnini P. *Treatment of horizontal semicircular canal benign paroxysmal positional vertigo. J Vestib Res 1997;7:1-6.*
51) Massoud EA, Ireland DJ. *Post-treatment instructions in the nonsurgical management of benign paroxysmal positional vertigo. J Otolaryngol 1996;25:121-5.*
52) Nuti D, Agus G, Barbieri MT, Passali D. *The management of horizontal-canal paroxysmal positional vertigo. Acta Otolaryngol 1998; 118:455-60.*
53) Lin CY, Young YH. *Effect of smoking on the treatment of vertigo. Otol Neurotol 2001;22:369-72.*
54) Macias JD, Lambert KM, Massingale S, Ellensohn A, Fritz JA. *Variables affecting treatment in benign paroxysmal positional vertigo. Laryngoscope 2000;110:1921-4.*
55) Bertholon P, Faye MB, Tringali S, Martin Ch. *Benign paroxysmal positional vertigo of the horizontal canal. Clinical features in 25 patients. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 2002;119:73-80.*
56) Pollak L, Davies RA, Luxon LL. *Effectiveness of the particle repositioning maneuver in benign paroxysmal positional vertigo with and without additional vestibular pathology. Otol Neurotol 2002; 23:79-83.*
57) Bronstein AM. *Benign paroxysmal positional vertigo: Some recent advances. Curr Opin Neurol 2003;16:1-3.*
58) Mosca F, Morano M. *Benign paroxysmal positional vertigo, incidence and treatment. Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 2001;118:95-101.*
59) Gizzi M, Ayyagari S, Khattar V. *The familial incidence of benign paroxysmal positional vertigo. Acta Otolaryngol 1998;118:774-7.*
60) Haynes DS, Resser JR, Labadie RF, Girasole CR, Kovach BT, Scheker LE, *et al*. *Treatment of benign positional vertigo using the semont maneuver: Efficacy in patients presenting without nystagmus. Laryngoscope 2002;112:796-801.*
61) Sargent EW, Bankaitis AE, Hollenbeak CS, Currens JW. *Mastoid oscillation in canalith repositioning for paroxysmal positional vertigo. Otol Neurotol 2001;22:205-9.*
62) Buttner U, Helmchen C, Brandt T. *Diagnostic criteria for central*

versus peripheral positioning nystagmus and vertigo: A review. Acta Otolaryngol 1999;119:1-5.

63) Herdman SJ, Tusa RJ. *Complications of the canalith repositioning procedure. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1996;122:281-6.*

64) Suzuki M, Yukawa K, Horiguchi S, Ichimura A, Kitamura K, Okamoto N, *et al*. *Clinical features of paroxysmal positional vertigo presenting combined lesions. Acta Otolaryngol 1999;119:117-20.*

65) Brandt T. *Benign paroxysmal positioning vertigo. Adv Otorhinolaryngol 1999;55:169-94.*

66) Brandt T, Steddin S, Daroff RB. *Therapy for benign paroxysmal positioning vertigo, revisited. Neurology 1994;44:796-800.*

67) Blatt PJ, Georgakakis GA, Herdman SJ, Clendaniel RA, Tusa RJ. *The effect of the canalith repositioning maneuver on resolving postural instability in patients with benign paroxysmal positional vertigo. Am J Otol 2000;21:356-63.*

68) Di Girolamo S, Paludetti G, Briglia G, Cosenza A, Santarelli R, Di Nardo W. *Postural control in benign paroxysmal positional vertigo before and after recovery. Acta Otolaryngol 1998;118:289-93.*

69) Goebel JA. *Practical management of the dizzy patient. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins;2001*

70) Welling DB, Parnes LS, O'Brien B, Bakaletz LO, Brackmann DE, Hinojosa R. *Particulate matter in the posterior semicircular canal. Laryngoscope. 1997;107:90-4.*

71) Ross MD, Pote KG. *Some properties of otoconia. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 1984;304:445-52.*

72) Zucca G, Valli S, Valli P, Perin P, Mira E. *Why do benign paroxysmal positional vertigo episodes recover spontaneously? J Vestib Res 1998;8:325-9.*