원문 출처: Journal of Vestibular Research 29 (2019) 57–87
DOI 10.3233/VES-190658

전정징후 및 검진기법의 분류: 안진 및 안진유사눈운동

바라니학회 전정질환분류위원회 합의문

Classification of Vestibular Signs and Examination Techniques: Nystagmus and Nystagmus-like Movements

Consensus document of the Committee for the International Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society

Scott D.Z. Eggers[a,*], Alexandre Bisdorff[b], Michael von Brevern[c], David S. Zee[d], Ji-Soo Kim[e], Nicolas Perez-Fernandez[f], Miriam S. Welgampola[g], Charles C. Della Santina[h] and David E. Newman-Toker[d,h]
[a]*Department of Neurology, Mayo Clinic, Rochester, MN, USA*
[b]*Department of Neurology, Centre Hospitalier Emile Mayrisch, Esch-sur-Alzette, Luxembourg*
[c]*Private Practice of Neurology and Department of Neurology, Charité, Berlin, Germany*
[d]*Department of Neurology, The Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, USA*
[e]*Department of Neurology, Seoul National University College of Medicine, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul, Korea*
[f]*Department of Otorhinolaryngology, Clínica Universidad de Navarra, Madrid, Spain*
[g]*Institute of Clinical Neurosciences, Royal Prince Alfred Hospital, Central Clinical School, University of Sydney, Sydney, Australia*
[h]*Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, The Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, USA*

바라니학회 전정질환분류위원회를 대표하여

초 록

본 논문은 전정 및 신경계질환 환자의 평가에 중요한 안진(nystagmus)과 기타 진동눈운동(other oscillatory eye movements)의 유형에 대한 분류 및 정의를 제시한다. 이 분류체계는 바라니학회 전정질환분류위원회에서 연구 및 임상진료에서의 식별과 의사소통을 용이하게 하기 위해 마련되었다. 안진을 특징짓는 데 필요한 다양한 속성과 영향 요인에 관한 용어를 체계적으로 정리하고 정의하였다. 본 분류는 안진의 복잡한 명명체계를 현상학(phenomenology)을 중심으로 체계화하였으며, 해부구조와 병태생리기전, 원인도 함께 반영하였다. 또한 본 문서에서는 안진을 신속보기침입(saccadic intrusions) 및 신속보기진동(saccadic oscillations)을 포함한 다양한 안진유사눈운동(nystagmus-like movements)과 명확히 구분하였다.

1. 서론

본 문서에서 제시하는 안진(nystagmus) 및 안진유사눈운동(nystagmus-like movements)에 대한 분류와 정의는 바라니학회가 전 세계적으로 수용 가능한 전정질환의 포괄적 분류와 개별질환 정의를 마련하기 위해 추진한 국제전정질환분류(International Classification of Vestibular Disorders, **이하 ICVD**) 사업의 일환이다[23]. ICVD의 구조는 네 개의 계층으로 구성된다: 1) 증상 및 징후(Symptoms and signs), 2) 증후군(Syndromes), 3) 질환 및 질병(Disorders and diseases), 4) 기전(Mechanisms). 첫 단계로 바라니학회 분류위원회는 전정증상의 정의를 담은 합의문을 발표하였다[21]. 여러 학문 분야와 국가의 전문가들이 합의에 이르는 과정은 해당 문헌에 자세히 기술하였다. 요약하면, 최소 세 대륙에서 참여한 신경과와 이비인후과 전문가들

이 소규모 작업그룹을 구성하여 전정학의 주요 주제와 핵심 용어의 합의정의를 마련한다. 이어 전정분야 전문가들이 이를 검토하고 공개 의견을 수렴한 뒤, 분류위원회가 최종 합의정의 또는 진단기준을 발표한다.

전정징후 및 진료기법 소위원회(Subcommittee for Vestibular Signs and Examination Techniques)는 전정증상을 호소하는 환자를 평가할 때 자주 사용하는 전정징후와 진료기법의 합의정의를 마련하는 임무를 맡았다. 소위원회는 정의의 수가 많고 내용도 복잡하여 하나의 합의문만으로 모두 다루기 어렵다고 판단하였다. 이에 본 문서에서는 먼저 안진 관련 용어체계를 정의하고, 안진에서 관찰되는 여러 특징을 바탕으로 유형을 체계화한 뒤, 이를 신속보기침입(saccadic intrusions)과 기타 안진유사눈운동(nystagmus-like movements)에서 구분하였다. 후속 문서에서는 그 밖의 전정 및 눈운동 징후와 검진기법을 다룬다.

2. 방법

2006년 바라니학회는 ICVD 개발 방식을 체계화하기 위해 첫 분류위원회 회의를 열었다[23]. 위원회는 개념의 틀과 초기 주제 목록을 마련하고 합의 도출 절차를 정하였다. 이어 2009년에는 주요 전정증상의 정의를 공식 발표하였다[21]. 2012년에는 전정징후 및 진료기법 소위원회(Subcommittee for Vestibular Signs and Examination Techniques)를 구성하여 안진과 그 평가에 사용하는 용어의 분류와 정의 초안을 작성하기 시작하였다. 여러 국가와 학문분야의 전문가가 합의를 도출하는 기존 절차에 따라[6], 소위원회에는 유럽, 아시아, 호주, 북미 등 4개 대륙의 신경과 전문의(S.E., A.B., M.vB., D.Z., J.S.K., M.W., D.N-T.)와 이비인후과 전문의(N.P., C.D.S.)가 참여하였다. 위원장(S.E.)이 첫 문서를 작성하였으며, 소위원회는 이후 여러 차례 토론하고 내용을 수정하였다. 소위원회는 2012년 6월 스웨덴 웁살라와 2014년 5월 아르헨티나 부에노스아이레스에서 열린 바라니학회 학술대회에서 초안을 제시하였다. 또한 2013년 11월 룩셈부르크 몬도르프레뱅(Mondorf-les-Bains)과 2017년 3월 독일 베를린에서 열린 분류위원회 회의에서도 전체 회원이 초안을 검토하고 논의하였다. 이 과정을 거쳐 소위원회 구성원인 저자들이 합의문을 승인하였으며, 이후 바라니학회 전 회원의 의견을 듣기 위해 이를 온라인에 공개하였다.

3. 기본 정의 및 어원(Basic definitions and etymology)

3.1. 정의

*안진(nystagmus)*은 느린성분(slow phase)을 포함하는 빠르고 리드미컬한 불수의적 진동눈운동이다. *격동안진(jerk nystagmus)*은 느린성분과 빠른성분(fast phase)으로 이루어진 안진을 말한다. *시계추안진(pendular nystagmus)*은 느린성분만으로 구성된 안진이다.

3.2. 일반적 고찰

- 병적 안진은 다양한 원인으로 발생하지만, 대부분 말초전정기관, 뇌간 또는 소뇌를 침범하는 질환에서 나타나며, 드물게 전방시각경로나 대뇌반구질환에서도 발생한다.
- 안진은 사각파된떨림(square wave jerks), 눈된떨림(ocular flutter), 눈간대경련(opsoclonus)과 같은 신속보기침입(saccadic intrusions) 및 신속보기진동(saccadic oscillations)과 구별된다. 이러한 운동에서는 의도한 시고정(fixation) 동안 부적절한 신속보기가 발생하여 시선이 목표물에서 벗어난다.
- 안진은 지속적으로 나타나거나 간헐적으로 나타날 수 있다. 또한 삽화 형태로 나타나기도 하며, 자발적으로 발생하거나 특정 주시 방향 또는 관찰 조건에서만 나타날 수도 있고, 특정 유발 조작에 의해 나타날 수도 있다.
- 안진은 여러 현상학적 특징(phenomenological attributes)으로 규정하며, 이들 가운데 상당수는 특정 병태생리기전과 밀접한 관련이 있다. 일부 안진은 이러한 특징을 조합하여 고유한 이름으로 구분한다.

3.3. 어원(Etymology)

안진(nystagmus)이라는 용어는 졸음이 올 때 나타나는 고개 끄덕임에서 유래하였다(New Latin에서, 그리스어 *nystagmos*[끄덕임, 졸림]에서 비롯되었으며, 이는 *nystazein* [고개를 끄덕이다, 졸리다, 졸다]에서 파생되었다)[4, 5]. 이러한 어원에 따르면 *격동안진(jerk nystagmus)*은 눈이 먼저 한 방향으로 천천히 움직이는 느린성분을 보인 뒤 반대 방향으로 빠른성분이 반복되는 눈운동이다. 병적 격동안진은 안정된 시고정을 방해한다. 일반적으로 느린성분이 먼저 나타나 시선을 주시 대상에서 벗어나게 하고, 이어 빠른성분이 시선을 다시 목표물로 되돌린다. 그러나 격동안진은 생리적으로도 나타날 수 있다. 예를 들어 머리를 자연스럽게 회전할 때에는 느린성분이 시고정을 방해하지 않고 오히려 유지하는 역할을 한다. 안진이라는 용어는 원래의 어원보다 의미가 넓어져, 눈이 주기적으로 방향을 바꾸며 천천히 편위하는 진동눈운동도 포함한다. 이러한 운동은 보통 1-10 Hz의 빈도로 나타나며, 진자의 정현파 운동과 비슷한 형태를 보여 *시계추안진(pendular nystagmus)*이라 부른다. 일부에서는 이를 "pendular oscillations"라고 부르기도 하지만, *"pendular nystagmus"*라는 용어가 이미 의학문헌에 널리 자리 잡고 있어 이를 대체하기는 쉽지 않다.

3.4. 기타 진동눈운동과의 감별(Differentiation from other oscillatory eye movements)

안진은 신속보기(saccade) 시스템에 일차적인 이상이 있는 다른 형태의 진동눈운동과 구별된다. 신속보기는 시선을 연속적인 고정 지점 사이로 빠르게 이동시키는 급속 눈운동이다[109]. 여기에는 의도(voluntary) 및 반사(reflexive) 고정 이동뿐 아니라 안진의 빠른성분과 REM수면 중의 급속 눈운동도 포함된다. 정상 상태에서는 안정된 고정 시 신속보기가 억제된다. *신속보기침입(saccadic intrusion)*과 *신속보기진동(saccadic oscillation)*은 새로운 시각자극이 없는 상태에서 시선을 고정하려 할 때, 눈이 주시 대상에서 벗어나게 하는 빠른 눈운동이다[130]. 이때 신속보기침입은 목표에서 벗어나는 초기 눈운동이 신속보기라는 점이 특징이다. 반면 안진은 일반적으로 느린성분(slow phase)이 먼저 나타난 뒤, 이를 보정하는 빠른성분(saccade)이 뒤따른다. 따라서 두 현상의 핵심 차이는 다음과 같다. 안진과 달리 신속보기침입에는 신속보기 파(3.1.3)를 제외하면 느린성분의 안구 표류가 없다는 점이다. 신속보기침입의 대표적인 예로는 **사각파된떨림(square-wave jerks)**이 있다. 이는 두 번의 신속보기 사이에 일정한 간격, 즉 **간헐기(intersaccadic interval, pause)**가 존재하는 것이 특징이다. 반면, 이러한 간헐기 없이 신속보기가 연속적으로 나타나는 경우는 **신속보기진동(saccadic oscillation)**에 해당하며, 대표적으로 **눈된떨림(ocular flutter)**과 **눈간대경련(opsoclonus)**이 여기에 포함된다. **눈된떨림(ocular flutter)**과 **눈간대경련(opsoclonus)**은 생리학적 기전뿐 아니라 원인 측면에서도 **안진(nystagmus)**과 구별된다. 특히 두 질환은 모두 **종양연관성(paraneoplastic)** 또는 **감염연관성(parainfectious) 뇌염**과 강한 연관성을 보인다[59, 97]. 따라서 **안진**과 **신속보기진동(saccadic oscillation)**을 용어상 명확히 구분하는 것은, 단순한 기술적 차이를 넘어 임상적으로 매우 중요한 의미를 갖는다.

일부 진동눈운동은 아직 병태생리가 충분히 밝혀지지 않았으며, 명확한 분류도 쉽지 않다. 본 분류는 이러한 눈운동의 특징을 구체적으로 기술하여, 임상에서 인지하고 구별할 수 있도록 하고자 한다. 정의에 따르면 다음과 같은 경우의 눈진동은 성격이 불명확하여 "안진 유사(nystagmus-like)"로 분류한다:

- spasmus nutans
- convergence-retraction nystagmus(눈모음-후퇴안진)
- ocular bobbing(눈찌운동)
- superior oblique myokymia(상사근잔떨림)
- 그 밖의 유사 현상

즉, 이들은 전형적인 안진으로 단정하기 어려운 특성을 가지는 눈운동이다.

3.5. 안진의 기존 정의

다양한 문헌에서 안진은 다음과 같이 정의되어 왔다:

- "눈의 빠르고 비자발적인 진동 운동"[3]

- "눈의 비자발적이고 빠르며 리드미컬한 운동으로, 수평, 수직, 회선 또는 이들이 혼합된 형태로 나타날 수 있다"[1]
- "안진은 눈의 규칙적이고 리드미컬한 진동운동이다"[16]
- "느린성분(slow phase)으로 시작하는 눈의 반복적인 왕복운동이다"[109]

첫 세 정의는 눈된떨림(ocular flutter) 및 눈간대경련(opsoclonus)과 같은 신속보기진동(saccadic oscillation)과 안진을 구별하지 못하므로 불충분하다. 네 번째 정의는 안진이 비자발적이고 빠른 운동이라는 점을 충분히 강조하지 못하며, 반드시 느린성분으로 시작해야 한다는 조건을 포함하고 있다. 그러나 이러한 기준은 임상에서 항상 명확하지 않다. 예를 들어, 뇌전증성안진(epileptic nystagmus)은 느린성분 또는 빠른성분으로 모두 시작할 수 있다[109]. 또한 눈찌운동(ocular bobbing)과 눈담금질운동(ocular dipping)의 변이형 역시 약 절반은 느린성분으로, 나머지 절반은 빠른성분으로 시작하는 것으로 보고된다[109].

4. 안진 궤적(Nystagmus trajectory): 기준 좌표계, 축, 평면 및 방향

눈이 정면을 향하고 시선이 전두면에 수직인 상태를 정면위치(straight-ahead position) 또는 중심주시위치(center gaze position)라 한다. 안진에서 눈의 움직임은 시작위치에서 끝위치까지의 이동 경로로 정의되며, 이를 *궤적(trajectory)*이라 한다(Box 1)[153]. "벡터(vector)"라는 용어가 때때로 사용되기도 하나, 이는 *회전벡터(rotation vector)*와 혼동될 수 있어 본 분류에서는 "궤적(trajectory)"이라는 용어의 사용을 권장한다[71]. 회전벡터는 한 번의 운동 반주기 동안 시작눈위치와 끝눈위치를 연결하는 직선으로 정의된다[164]. 안진을 3차원으로 기술하기 위해서는 기준좌표계(reference frame)를 선택하고 이를 명시하여야 한다[144]. 눈 기준 좌표계(eye-referenced coordinates)는 안구 중심에서 서로 교차하는 세 축을 중심으로 한 눈의 회전을 기술한다. 따라서 눈의 회전은 눈이 회전하는 축[예: 두미축(craniocaudal axis)을 중심으로 한 회전] 또는 그 회전축에 수직인 평면[예: 요 평면(yaw plane)에서의 회전]을 이용하여 기술할 수 있다(표 1). 그러나 임상적 또는 과학적 상황에 따라서는 눈 기준 좌표계[예: 수직-회선 안진(vertical-torsional nystagmus)]보다 머리 기준 좌표계(head-referenced coordinate system; 예: 뒤반고리관 평면에서의 안진) 또는 지구 기준 좌표계[earth-referenced coordinate system; 예: 지면을 향해 뛰는 안진을 의미하는 '향지성(geotropic)' 안진]를 사용하여 눈의 움직임을 기술하는 것이 더 적절할 수 있다.

정면주시 위치에서 나타나는 자발안진의 경우, 눈을 편위된 위치(eccentric position)로 더 멀리 이동시킬수록 눈 기준 좌표계와 머리 기준 좌표계에 따른 안진의 기술은 서로 더 크게 달라진다[127]. 정면주시에서 수평안진이 있는 환자를 예로 들어 보자. 상방주시와 하방주시에서도 눈 기준 좌표계에서 안진이 계속 '수평'으로 유지된다면(즉, 환자의 변화하는 시축에 대해 수평으로 유지된다면), 머리 기준 좌표계로 기술할 경우 이 안진은 이제 회선 성분을 갖는 것처럼 보이게 된다. 이는 머리 또는 미로 기준 좌표계에서 축이 고정되어야 하는 말초전정안진(2.1.1.)보다는 영아안진(infantile nystagmus; 2.1.3.1.)과 같은 중추성 병인을 시사할 수 있다. 마찬가지로 머리를 기준으로 한 하향안진(downbeat nystagmus)이 회전성 전정안반사의 불균형 때문에 발생한 것이라면, 환자와 마주 보고 있는 검사자는 환자가 좌우 어느 한쪽으로 측방주시할 때 환자의 눈을 기준으로 회선 성분을 관찰할 수 있어야 한다. 이는 완서상이 여전히 머리에 고정된 양이간축(interaural axis)을 중심으로 회전하고 있기 때문이다(피치 평면, pitch plane). 반대로 하향안진이 눈 기준 좌표계에 고정되어 있다면, 수평 방향의 모든 안구 위치에서 안진은 눈을 기준으로 수직으로 보일 것이다. 따라서 정면주시 위치에서 자발성 수평안진 또는 수직안진이 관찰되는 경우, 환자로 하여금 자발안진의 방향과 직교하는 방향을 바라보게 하여 안진을 관찰하면, 안진을 유발하는 비정상 신호가 눈에 고정된 것인지(eye-fixed) 또는 머리에 고정된 것인지

(head-fixed) 판별할 수 있다. 모든 기준좌표계는 원칙적으로 동등하게 타당하지만, 특정 병적 안진의 경로를 가장 효율적으로 기술할 수 있는 기준좌표계는 일반적으로 그 안진을 일으키는 기전 또는 병변 부위와 가장 밀접하게 연관된 좌표계이다. 따라서 안진을 기술할 때 검사자는 어떤 기준좌표계를 사용하고 있는지를 명시해야 한다. 이는 모호성을 피할 뿐 아니라 진단에도 도움이 된다.

Box 1. Listing 법칙

Listing 법칙에 따르면, 모든 눈위치는 기본 위치(primary position)에서 적도면(equatorial plane)에 놓인 하나의 축을 중심으로 회전한 결과로 설명할 수 있다. 엄밀히 말하면 "기본 위치(primary position)"는 Listing 법칙에 근거하여 정의되는 개념으로, 시선이 Listing 평면에 수직이 되는 유일한 위치를 의미한다. 이 위치에서는 새로운 눈위치로 순수한 수평 또는 수직 회전을 할 때 회선 성분이 동반되지 않는다[80, 109]. 이러한 기본 위치는 일반적으로 먼 목표물을 주시하는 정면 주시와 유사하나(예: 자동차 운전 시), 항상 정확히 일치하는 것은 아니다. 임상적으로는 두 위치를 구별하기 어렵지만, 정밀한 눈운동 기록에 따르면 Listing 법칙은 신속보기, 원활추종운동, 그리고 머리의 직선 이동에 대한 눈운동 반응에서는 대체로 유지된다. 반면, 머리 회전에 의해 유발되는 전정성 눈운동에서는 덜 엄격하게 적용된다. 따라서 특정 형태의 안진에서 눈운동이 Listing 법칙을 따르는지 여부는, 병태생리가 원활추종운동계, 선형 전정안반사(translational vestibulo-ocular reflex, translational VOR), 또는 회전 전정안반사(rotational vestibulo-ocular reflex, rotational VOR)에 위치하는지를 판단하는 데 중요한 단서를 제공할 수 있다. 이러한 이유로 본 문서에서는 임상 관찰을 기술할 때 "정면 위치(straight-ahead position)" 또는 "중심 주시 위치(center gaze position)"라는 용어를 사용하기로 하였다. 한편, "기본 위치(primary position)"는 사시(strabismus)와 관련된 안과학 분야에서 표준적으로 사용되는 용어이며[99], 이 경우 Listing 평면에 근거한 엄밀한 해부학적 위치라기보다 대략적인 안구 위치를 의미하는 경우가 많다.

모든 눈운동 방향(안진을 포함하여)은 검사자가 아니라 **환자의 관점**에서 기술하여야 한다. 예를 들어, 우향안진(right-beating nystagmus)은 검사자가 환자와 마주보고 있을 때 검사자의 오른쪽이 아니라, 환자의 오른쪽 귀 방향으로 박동하는 안진을 의미한다. 격동안진의 방향은 관례적으로 느린성분이 아니라 **빠른성분(fast phase)**을 기준으로 기술한다. 다만 빠른성분은 대부분 안진의 일차적 원인이 아니라, 고정점에서 벗어나는 비정상적인 느린성분을 교정하는 움직임이다. 그럼에도 불구하고 이러한 기술 방식은 임상 관행에 널리 정착되어 있어 변경하기 어렵다. 따라서 좌향안진(left-beating nystagmus)은 우측으로 향하는 느린성분과 좌측으로 향하는 빠른성분으로 구성된다.

눈기준좌표계 또는 머리기준좌표계에서 눈운동을 기술할 때에는, 머리의 중력에 대한 위치와 관계없이 해당 좌표계를 기준으로 방향을 설명한다. 예를 들어, straight head-hanging position(머리를 곧게 아래로 떨어뜨린 자세)에서 이마 방향으로 박동하는 안진은, 중력 기준으로는 아래쪽 움직임에 해당하더라도 여전히 상향안진(upbeating nystagmus)으로 기술한다. 한편, 체위안진, 특히 수평체위안진의 경우에는 안진의 방향을 설명하기 위하여 지구기준좌표계(earth-referenced frame)를 사용하는 경우가 많다. 예를 들어, 바로 누운 자세에서 오른쪽 귀가 아래로 향하도록 머리를 돌렸을 때 지면 방향으로 박동하는 안진은 "우향안진"이라기보다 "geotropic"으로 표현하는 것이 더 적절하다. 특히 머리 방향을 반대로 하여 왼쪽 귀가 아래로 향하게 했을 때에도 여전히 지면 방향으로 박동한다면, 이러한 표현은 더욱 유용하다. 본 분류에서는 지면을 향해 박동하는 안진을 *향지성(geotropic)*, 지면에서 멀어지는 방향으로 박동하는 안진을 *원지성(apogeotropic)*이라 하며, 이러한 용어는 체위검사에서만 사용하는 것으로 제한한다.

안진은 일반적으로 단일 축을 중심으로 한 순수한 회전운동이 아니라, 수평, 수직, 회선 성분이 결합된 **3차원 눈운동**이다. 따라서 가능한 경우 세 방향 성분을 모두 기술하여야 하며, 이와 함께 사용한 기준좌표계도 명시하여야 한다. 다

표 1. 3차원 눈운동의 축과 회전평면

회전축	해부학/영상의학에서의 평면	전정학·항공역학 용어	정면 주시에서 실제로 보이는 눈운동
두개-미측 축 또는 상하축 또는 Z축*	수평면/ 축상면	Yaw	수평 눈운동: 오른쪽 ↔ 왼쪽
양이축 또는 Y축	시상면	Pitch	수직 눈운동: 위 ↔ 아래
비-후두축 또는 전후축 또는 X축	관상면 / 전두면	Roll	회선 눈운동: 안구의 윗부분이 오른쪽 귀 방향 ↔ 왼쪽 귀 방향
RALP 축: 정중시상면에서 약 45° 기울어진 축. 우측 앞반고리관과 좌측 뒤반고리관의 평균 평면에 수직인 축	RALP 평면: 우측 앞반고리관 – 좌측 뒤반고리관 평면	우측 앞반고리관 – 좌측 뒤반고리관 쌍의 회전 평면	수직-회선 혼합 운동: 눈이 위로 움직일 때 안구 윗부분은 왼쪽 귀 방향으로 회선, 눈이 아래로 움직일 때 안구 윗부분은 오른쪽 귀 방향으로 회선
LARP 축: 정중시상면에서 약 45° 기울어진 축. 좌측 앞반고리관과 우측 뒤반고리관의 평균 평면에 수직인 축	LARP 평면: 좌측 앞반고리관 – 우측 뒤반고리관 평면	좌측 앞반고리관 – 우측 뒤반고리관 쌍의 회전 평면	수직-회선 혼합 운동: 눈이 위로 움직일 때 안구 윗부분은 오른쪽 귀 방향으로 회선, 눈이 아래로 움직일 때 안구 윗부분은 왼쪽 귀 방향으로 회선

LA, left anterior; LP, left posterior; RA, right anterior; RP, right posterior; LARP, left anterior-right posterior; RALP, right anterior-left posterior

*두 가지의 서로 약간 다른 XYZ 좌표계가 사용될 수 있으며, 두 경우 모두 양이축(interaural axis)을 Y축으로 유지한다.

머리 기준 좌표계(head-referenced coordinates, Reid 좌표계)에서는, +Z축을 Reid 수평면에 수직인 두개-미측 방향(위쪽)으로 정의한다. Reid 수평면은 양측에서 외이도 입구의 중점과 안와 하연의 상단을 포함하는 평면으로 정의된다. +Y축은 양이축의 좌측 방향이며, +X축은 +Y축과 +Z축에 수직인 비-후두 방향(naso-occipital axis)의 전방이다.

반고리관 기준 좌표계(canal frame of reference)에서도 +Y축은 동일하게 좌측 방향의 양이축을 사용하지만, +Z축은 평균 수평 반고리관 평면에 수직으로 정의된다(이 평면은 Reid 수평면보다 약 20° 상방으로 기울어져 있다). +X축은 수평 반고리관 평면과 평행하면서 +Y축과 +Z축에 수직이다[43].

만 일부 성분이 지배적인 성분에 비해 매우 작은 경우에는 생략할 수 있다. 실제로는 세 방향 성분 중 하나가 두드러지는 경우가 많으며, 이때 해당 성분이 가장 명확하게 드러나는 좌표계를 선택하면 안진을 보다 간결하게 기술할 수 있고, 병태생리를 이해하는 데에도 도움이 된다.

예를 들어, 좌측 뒤반고리관에서 발생한 양성돌발두위현훈은 병변이 있는 반고리관의 축과 평행한 축을 중심으로 눈운동을 유발한다. 이 축은 전후축(naso-occipital axis)과 양이축(interaural axis)의 각각 전방 및 좌측 끝에서 약 45° 기울어진 방향에 해당하며, 주시 방향과는 무관하다[38, 43]. 환자의 시선이 중심에서 왼쪽으로 약 45° 향할 경우, 눈 기준좌표계에서는 안진이 시선축을 중심으로 한 순수한 회선안진처럼 보인다. 반대로 시선이 오른쪽으로 45° 향하면 눈 기준에서는 순수한 수직성분으로 보인다. 이처럼 *눈기준좌표계*를 사용할 경우, 순간적인 시선 방향에 따라 기술이 달라져 혼란을 초래할 수 있다. *머리기준좌표계*를 사용하는 경우에도 안진은 roll과 pitch 성분이 거의 동일하게 포함되어 나타나므로, 특정 병변과 직관적으로 연결되기 어렵다. 반면 *반고리관 기준좌표계*(LARP, RALP, LHRH)를 사용하면 기술이 단순해지며, 해당 안진을 RALP 축을 중심으로 한 회전으로 설명할 수 있다.

회선눈운동을 기술할 때에는 특히 주의가 필요하다. “rotary” 또는 “rotatory”와 같은 용어는 거의 모든 눈운동이 본질적으로 회전운동이므로 사용을 권장하지 않는다. 회선 방향은 눈 상극(12시 방향)이 어느 쪽 귀를 향해 회전하는지 기술하는 것이 가장 명확하다. “clockwise” 또는 “counter-clockwise”와 같은 표현은 직관적으로 보일 수 있으나, 검사자와 환자의 관점 차이로 인해 혼동을 초래할 수 있으므로 주의가 필요하다. 이러한 표현을 사용할 경우에는 반드시 환자 관점에서 기술하고, 빠른성분과 느린성분 중 어느 방향을 기준으로 하는지 명시하여야 한다. 격동안진(jerk nystagmus)의 도식적 표기는(그림 1)에 제시되어 있다.

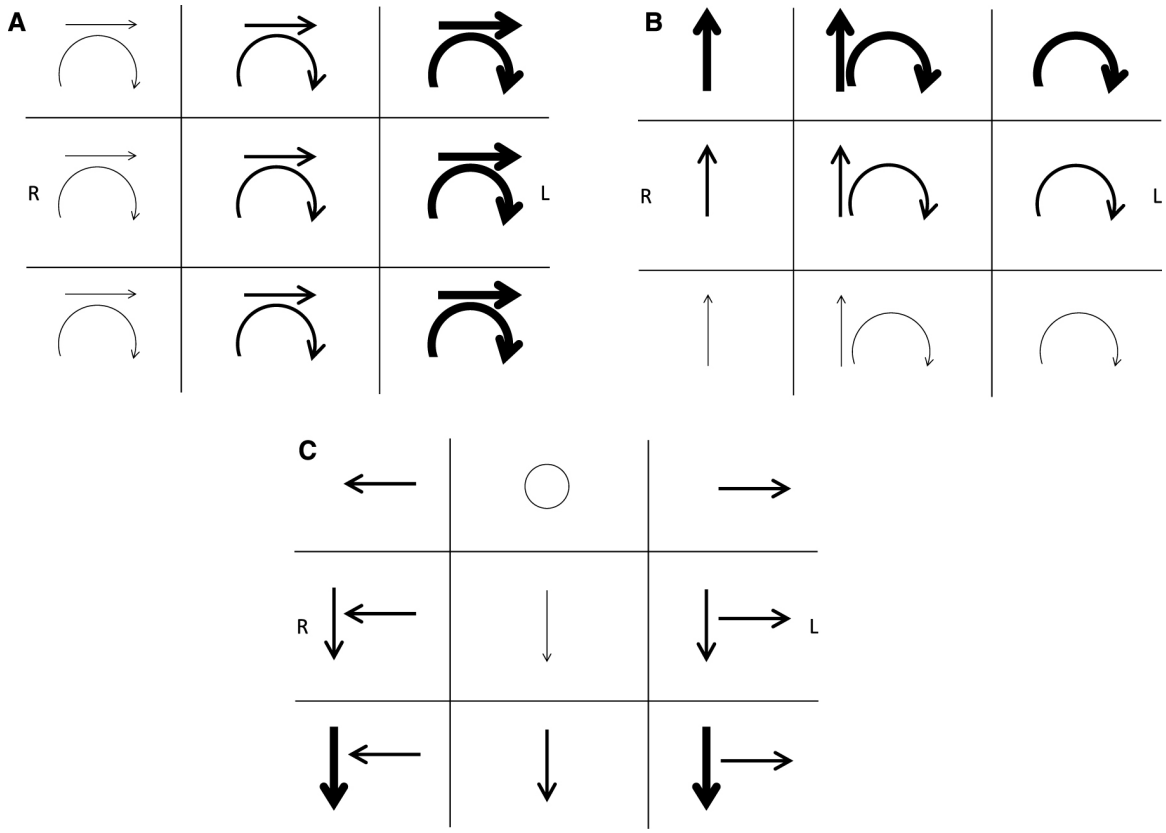


그림 1. 격동안진(jerk nystagmus)의 도식적 표기

3차원 눈운동의 중요한 속성을 2차원 평면에 표현하려면 모호성을 피하기 위한 주의가 필요하다. 안진을 기술할 때와 마찬가지로, 도식 표기에서도 아홉가지 기본 주시 방향에서의 방향과 강도를 기록하여야 한다. 안진이 비동향성(disconjugate)인 경우에는 각 눈의 특성을 따로 기록할 수 있다. 관례적으로 눈운동은 환자와 마주 선 검사자의 관점에서 그린다. 화살표가 느린성분을 나타내는지, 빠른성분을 나타내는지 본문에서 명확히 밝혀야 한다. A – C 그림에서는 화살표가 빠른성분의 방향을 의미하며, 화살표의 굵기는 안진의 강도를 반영한다. 각 도식에서는 반드시 기준좌표계를 명시하여야 한다. 특정 주시 방향에서의 화살표가 머리고정좌표계(head-referenced coordinate, 환자와 마주 본 기준)에서의 눈운동을 의미하는지, 또는 눈고정좌표계(eye-referenced coordinate, 환자의 시축을 따라 본 기준)에서의 눈운동을 의미하는지를 분명히 하여야 한다. 특정 병적안진을 가장 효율적으로 설명하는 좌표계는 대개 그 안진의 발생기전이나 병변 위치와 가장 밀접하게 관련된 좌표계이다. 다음은 예시이다.

(A) 자발성 3도 수평–회선 좌향박동 말초전정안진. 정면 주시에서 나타나는 수평-회선혼합안진으로, Alexander 법칙을 따른다(빠른성분 방향으로 주시하면 증가하고, 느린성분 방향으로 주시하면 감소한다). 이는 보상되지 않은 우측 편측전정병변에서 전형적으로 나타난다. 이 경우 안진의 방향 화살표는 머리기준좌표계로 표시되었으며, 세 개의 반고리관이 모두 손상된 결과로 머리 및 미로 기준에서 방향이 고정된 안진을 의미한다(그림 3 참조).

(B) 좌측 뒤반고리관 양성돌발두위안진. 좌측 Dix-Hallpike 수기에서 유발된 안진은 정면 주시에서 상향안진과 회선안진이 혼합된 형태로, 눈 상극이 좌측 귀 방향으로 박동한다. 안진의 방향은 좌측 뒤반고리관 평면에 고정되어 있으므로, 눈기준좌표계로 관찰하면 우측주시에서는 주로 수직성분으로, 좌측주시에서는 주로 회선성분으로 나타나며, Alexander 법칙도 따른다. 이때 회선 빠른성분은 검사자 관점에서는 시계방향으로 보일 수 있으나(흔히 사용되지만 부정확함), 환자 관점에서는 반시계방향으로 기술하는 것이 정확하다.

(C) 자발하향안진과 양측 주시유지안진. 정면주시에서 강도가 낮은 순수 하향안진이 보이며, 수평 및 하방주시에서 증가하고 병적 양측주시 유발안진을 동반한다. 본 도식은 머리기준좌표계를 사용하였으며, 하향성분이 주시위치와 무관하게 미로기준에 고정되어 있음을 나타낸다. 이는 수직회전전정안반사의 긴장불균형에서 기인한 하향안진 가능성을 시사한다.

단안 또는 비동향 눈운동에서 *내회선(intorsion)*은 눈 상극이 코 방향으로 회전하는 것을, *외회선(extorsion)*은 귀 방향으로 회전하는 것을 의미한다. 동향회선눈운동에서는 한쪽 눈이 내회선할 때 반대쪽 눈은 외회선하며, 머리 기준 좌표계에서는 눈 상극이 오른쪽 또는 왼쪽 귀 방향으로 회전하는 것으로 기술한다. 이러한 회선변위는 *역동적*일 수도 있고(예: 회선안진), *정적*일 수도 있다(예: 이석기관 불균형에 의한 병적 눈기울임반응). 한편, 비자발적인 정적 수평 또

표 2. 안진 특성 평가를 위한 체크리스트

안진 궤적(Nystagmus trajectory): 정면 주시(중심)에서의 회전 축 또는 평면과 방향, 그리고 수평·수직·회선 성분을 포함한 주시 위치
양안성(Binocularity): 단안성 또는 양안성
동향성(Conjugacy): 동향성 또는 비동향성(해리성 또는 분리성)
속도(Velocity): 느린성분속도의 정량적 측정
파형(Waveform): 시계추형 또는 격동형
빈도(Frequency): 저빈도(<3 Hz) 시계추형 안진에서 가장 유용
강도(Intensity): 진폭과 빈도의 곱에 대한 정성적 평가
편심 주시의 영향(Eccentric gaze influence): 안진의 존재 여부 또는 특성(방향 포함)에 대한 영향 (머리 기준 또는 눈 기준 좌표계에서)
눈모음의 영향(Effect of convergence)
시각 고정 허용 또는 차단의 영향(Influence of permitting versus blocking visual fixation)
유발 조작의 효과(Effect of provocative maneuvers)
최초 발현 연령(Age of first appearance)
시간적 양상(Temporal profile): 간헐적, 지속적, 또는 시간에 따라 변화

는 수직 편위는 일반적으로 "강제주시편위(forced gaze deviation)", "동향주시편위(conjugate gaze deviation)" 또는 "주시편위(gaze deviation)"로 기술하며, "정적수평편위" 또는 "정적수직 편위"라는 표현은 사용하지 않는다. 이러한 주시편위는 대부분 이석기관 불균형에 의한 것은 아니다.

5. 안진의 추가 속성(Additional nystagmus attributes)

안진은 평면/축과 방향 외에도 여러 속성을 함께 기술한다. 이러한 속성은 임상 현장에서 정성적으로 평가하거나 눈기록장치(oculography)를 이용하여 정량적으로 측정할 수 있다(표 2).

1. *양안성(Binocularity)*: 안진은 *단안(monocular)*일 수도 있고, *양안(binocular)*일 수도 있다. 대부분의 안진은 양안성이며, 특별히 단안으로 명시되지 않는 한 양안성으로 간주한다. "일측(unilateral)" 또는 "양측(bilateral)"이라는 용어는 병적 수평 주시유발 안진이 한쪽 주시에서만 나타나는지 또는 양쪽 주시에서 모두 나타나는지를 기술할 때에만 사용한다.
2. *동향성(Conjugacy)*: *동향*눈운동은 양쪽 눈이 같은 방향과 같은 정도로 회전하는 것을 말한다. 두 눈이 같은 평면과 방향으로 동일하게 회전하지 않는 경우에는 *비동향(disconjugate)*이라고 한다. 두 눈의 속도나 진폭이 서로 다른 경우에는 *해리성(dissociated)*이라 하며, 눈모음이나 눈벌림과 같이 두 눈이 서로 다른 방향으로 동시에 회전하는 경우에는 *이향성(disjunctive)*이라 한다. 동향성 여부는 일반적으로 임상적으로 판단하며, 정량적 눈운동기록에서만 확인되는 경미한 비동향성은 임상적으로 중요하지 않으면 무시한다. 그러나 임상적으로 뚜렷한 비동향성이 있는 경우에는 반드시 기술하여야 한다. 대부분의 안진은 대체로 동향성이며, 특별히 언급되지 않는 한 그렇게 간주한다.
3. *속도(Velocity)*: 느린성분속도는 안진의 강도를 정량화하는 데 가장 유용한 지표이다. 이는 자발안진이나 유발안진을 안구기록으로 정량화할 때 표준적으로 사용되는 변수이다[56, 73, 85, 143]. 임상 현장에서 속도를 정성적으로 기술할 수는 있으나, 육안으로 느린성분속도를 정확히 추정하기 어렵기 때문에 일반적으로는 빈도와 진폭을 함께 고려하여 간접적으로 평가한다(아래 참조).
4. *파형(Waveform)*: 안진의 "파형"은 안구기록에서 나타나는 진동 양상을 말한다(그림 2). 이는 시간에 따른 속도(및 방향)의 변화를 반영하며, 시간에 따른 안구 위치 변화를 의미하는 궤적(trajectory)과는 구별된다. 파형의 일부 특성(예: 시계추안진과 격동안진의 구별)은 임상적으로도 쉽게 관찰되지만, 다른 특

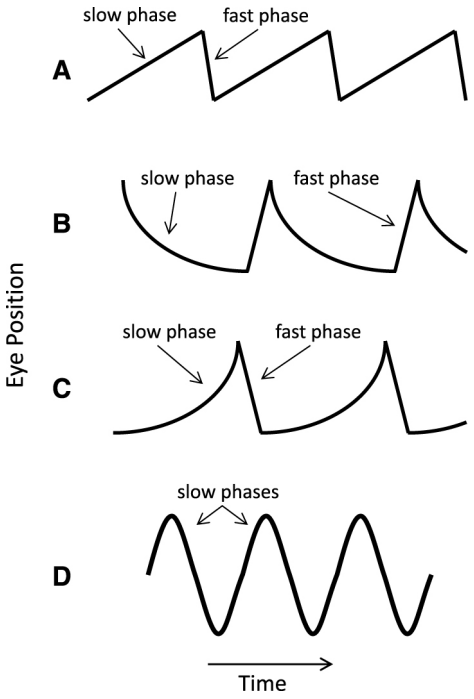


그림 2. 흔한 안진 느린성분 파형(Common nystagmus slow-phase waveforms).

(A) 일정한 속도(선형)의 파형으로, 빠른성분이 추가되면서 전정질환이나 대뇌 반구 질환에서 특징적인 톱니모양(sawtooth appearance)을 형성한다. (B) 속도가 감소하는 파형으로, 음의 지수함수 형태의 시간 경과를 보이며, 신경통합원(neural integrator) 기능 저하로 인한 병적 주시유발안진에서 전형적이다. (C) 속도가 증가하는 파형으로, 불안정한 신경통합원을 시사한다. (D) 느린성분만으로 이루어진 시계추안진(pendular nystagmus). Leigh와 Zee [109]에서 수정 인용.

성(예: 격동안진에서 느린성분 동안 속도가 증가하거나 감소하는 형태)은 육안으로 판단하기 어렵다.

a. 시계추안진은 양 방향으로 반복되는 느린성분 진동으로 구성되며, 눈기록에서는 대개 정현파 형태를 보인다.

b. 격동안진은 느린성분에 이어 빠른성분이 나타나는 형태이다. 느린성분은 일정 속도(선형 "톱니파형"), 속도 감소형, 또는 속도 증가형 파형을 보일 수 있다.

5. *빈도(Frequency)*: 초당 박동 수를 측정하는 것은 전정안진을 기술하는 데 일반적으로 큰 도움이 되지 않는다. 그러나 눈입천장떨림(oculopalatal tremor), 눈저작근리듬운동(oculomasticatory myorhythmia), 또는 단안 시력 소실과 연관된 단안수직진동(Heimann-Bielschowsky 현상)과 같이 특정 형태의 안진에서는 빈도(Hz)가 중요한 의미를 갖는다. 이러한 경우 특징적으로 2 Hz 이하의 낮은 빈도를 보인다. 반면, 3-5 Hz 이상의 고빈도 눈운동은 육안으로 정확히 구별하기 어려워, 정성적 기술만으로는 임상적 가치가 제한적이다. 안진은 빈도가 주시 방향이나 시간에 따라 다소 변하더라도 일반적으로 율동성을 보인다. 이는 비율동적이고 불규칙한 빈도를 보이는 신속보기진동(예: 눈간대경련, opsoclonus)과 구별된다.
6. *진폭(Amplitude)*: 격동안진(jerk nystagmus)의 진폭은 각 안진 박동에서 기저점부터 최고점까지의 크기(도 단위)를 의미하며, 이는 개별 느린성분(slow phase) 동안 눈이 회전한 각도 범위를 나타낸다. 임상적으로 진폭은 정성적으로 기술할 수 있으나, 진폭만으로는 충분한 정보를 제공하지 않는다. 작은 진폭이라도 빈도가 높으면, 큰 진폭이면서 빈도가 낮은 경우와 동일한 속도를 보일 수 있기 때문이다.
7. *강도(Intensity)*: 속도는 진폭과 빈도의 곱으로 계산된다. 속도를 직접 측정할 수 없는 경우, 임상적으로는 진폭과 빈도를 종합하여 안진의 강도를 추정한다. 도식에서는 화살표의 굵기로 강도를 표현하는 경우가 많다(그림 1 참조).
8. *시간적 양상(temporal profile)*은 안진이 지속적이지 않고 간헐적으로 나타나거나 시간에 따라 성격이 변하는 경우 이를 기술하는 것으로, 발작의 지속 시간과 빈도뿐 아니라 방향 변화(예: 주기교대안진, 회복안진), 시간 경과에 따른 감쇠, 점증-점감 양상(crescendo-decrescendo) (예: 양성돌발두위현훈에서의 안진), 그리고 반복 자극에 따른 피로 현상 등을 포함한다.
9. *최초 발현 연령(Age of first appearance)*: 안진은 출생 시 또는 영아기에 존재하면 선천 또는 영아성으로, 이후에 발생하면 후천성으로 분류한다. 다만, 안진이 매우 약하거나 눈에 잘 띄지 않거나, 특정 주시 조건

에서만 나타나는 경우(예: 잠복안진)에는 초기부터 존재했더라도 인지되지 않았을 수 있어 구분이 어려울 수 있다. 그럼에도 최초 발현 시기를 파악하는 것은 원인 규명에 중요한 단서를 제공한다.

6. 영향 요인

안진의 궤적(trajectory)과 기타 속성은 여러 요인의 영향을 받을 수 있다.

6.1. 주시위치(Gaze positions)

안진의 특성은 눈의 안와 내 위치에 따라 달라질 수 있다. 안진의 존재 여부, 강도, 방향은 아홉가지 기본주시방향(정면, 우측, 좌측, 상방, 하방, 그리고 네 개의 사선 방향)과 눈모음(convergence) 상태에서 평가하여야 한다. 환자의 시선 방향에 대한 검사자의 위치는 안진의 방향 성분이 어떻게 관찰되는지에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 말초전정원인에 의한 자발성 격동안진(jerk nystagmus)을 생각해 보자. 이러한 전정안진은 하나 이상의 반고리관에 대해 고정된 회전축과 평면을 가지며(머리기준좌표계[144]), 눈의 안와 내 위치에 따라 환자의 시축기준에서 관찰되는 안진의 궤적(수평, 수직, 회선 성분의 임상적 양상)이 달라질 수 있다. 이러한 효과는 눈이 머리기준운동평면에 대해 기울어진 상태에서, 해당 평면에 수직축을 중심으로 회전하는 주시 위치에서 더욱 두드러진다. 예를 들어, 정면 주시에서 수평전정안진은 머리기준에서는 여전히 수직축(yaw)을 중심으로 회전하지만, 시축기준(눈기준좌표계)으로 기술하면 상방 또는 하방 극단 주시에서 회선성분이 있는 것처럼 보일 수 있다. 반대로, 영아안진은 정면주시에서 수평으로 보일 뿐 아니라, 눈기준좌표계로 관찰할 때 상방주시에서도 여전히 수평으로 보이는 경우가 많다. 이는 머리기준에서의 회전축이 원래의 yaw 축에서 변화하였음을 시사하며, 머리기준정면 주시에서 기술할 경우 회선성분이 새롭게 나타난 것처럼 보일 수 있다. 따라서 안와 내 눈 위치에 따른 작은 궤적 변화는 안진 특성의 본질적 변화로 오인하지 않도록 주의하여야 한다. 그러나 이러한 변화의 양상은 안진이 반고리관 또는 그 투사 경로에서 기원한 것인지, 또는 눈기준평면에 고정된 중추 구조에서 기원한 것인지 감별하는 데 유용한 단서가 될 수 있다.

6.2. 시고정(Visual fixation)

시고정은 안진의 존재 여부, 강도 및 방향에 영향을 미칠 수 있다. 시고정 상태는 다음과 같이 구분한다.

1) 양안고정 — 두 눈을 뜨고 동일한 목표물을 주시하는 상태
2) 단안차폐(단안고정) — 한쪽 눈의 고정을 차단하고 다른 한쪽 눈으로 고정하는 상태
3) 양안차폐(시각고정차단) — 두 눈 모두에서 고정을 차단한 상태

시고정 능력은 기본 시력에 영향을 받는다. 예를 들어, 실명한 눈은 눈을 뜨고 있어도 시고정에 기여할 수 없다. 또한 교대내사시에서는 시고정이 양안 교대로 이루어질 수 있다. 따라서 "두 눈을 뜨고 차폐하지 않은 상태"가 반드시 "양안고정"을 의미하는 것은 아니다. 시력 또는 고정에 이상이 있는 경우에는 눈운동 검사 시 고정 상태를 명확히 기록하여야 한다.

고정을 부분적으로 또는 완전히 차단하는 방법에는 다음이 포함된다.

1) 한쪽 눈을 감거나 가리기
2) 차폐검안경 검사 — 검안경으로 한쪽 시신경유두를 관찰하면서 다른 눈을 교대로 고정하거나 차폐하여 안진 또는 신속보기침입을 평가하는 방법
3) 펜라이트차폐검사 — 한쪽 눈에 펜라이트를 비추어 고정을 방해하고, 다른 눈을 차폐하거나 양안을 교대로 자극하며 관찰하는 방법
4) Ganzfeld 기법 — 특징이 없는 균일한 단색 배경(예: 흰 종이)을 응시하게 하는 방법
5) Frenzel 안경 — 내부 조명이 있는 고도수 렌즈를 사용하여 시고정을 차단하면서 검사자가 눈을 확대 관찰하는 방법
6) 암실검사 — 적외선비디오고글 또는 전기안구기록을 이용하여 시고정을 제거한 상태에서 평가하는 방법

7) 눈꺼풀폐쇄(eyelid closure) — 눈꺼풀 아래에서 나타나는 각막 돌출의 움직임을 관찰하거나 기록 장비를 이용하여 평가하는 방법

완전한 암실 환경에서도 환자에게 시각 목표를 상상하도록 하는, 시고정 시도가 눈운동에 영향을 미칠 수 있다는 점에 주의한다[141].

6.3. 이향운동(Vergence)의 영향

일부 안진은 눈모음-눈벌림 성분을 동반할 수 있으며, 특히 다발경화증과 연관된 후천시계추안진(pendular nystagmus, 2.1.3.2.), 눈입천장떨림(oculopalatal tremor, 2.1.3.2.1.), 눈저작근리듬운동(oculomasticatory myorhythmia, 2.1.3.2.2.)에서 관찰된다.

동향안진 환자에서는 눈모음(convergence)이 안진에 미치는 영향을 기록하여야 한다. 눈모음은 영아안진을 억제하는 경우가 많으며(2.1.3.1.), 수직안진의 경우에는 눈모음에 의해 강도가 증가하거나 감소하거나 방향이 역전될 수 있다.

6.4. 유발 조작(Provocative maneuvers)

일부 안진은 일상적 활동이나 침상검사 중의 유발 조작에 의해 유발될 수 있다. 분류에서 상세히 다루는 바와 같이, 흔한 유발인자로는 체위변화, 소리자극, Valsalva, 두진(head-shaking), 진동, 과호흡 등이 있다.

부록 안진 및 안진유사눈운동 분류 (Classification of Nystagmus and Nystagmus-like Movements)

1. 생리안진(Physiologic Nystagmus)
   - 1.1 생리종점안진(Physiologic end-point nystagmus)
   - 1.2 회전중안진(Per-rotational nystagmus)
   - 1.3 회전후안진(Post-rotational nystagmus)
   - 1.4 시운동안진(Optokinetic nystagmus)
   - 1.5 시운동후안진(Optokinetic after-nystagmus)
   - 1.6 온도안진(Caloric nystagmus)
   - 1.7 자기장전정자극유발안진(Magnetic vestibular stimulation [MVS]-induced nystagmus)
2. 병적안진(Pathologic Nystagmus)
   - 2.1 자발안진(Spontaneous nystagmus)
     - 2.1.1 자발말초전정안진(Spontaneous peripheral vestibular nystagmus)
       - 2.1.1.1 억제형자발말초전정안진(Inhibitory type)
       - 2.1.1.2 흥분형자발말초전정안진(Excitatory type)
       - 2.1.1.3 회복안진(Recovery nystagmus)
     - 2.1.2 자발중추전정안진(Spontaneous central vestibular nystagmus)
       - 2.1.2.1 수평우세 중추전정안진(Predominantly horizontal central vestibular nystagmus)
         - 2.1.2.1.1 방향고정수평중추전정안진 (Direction-fixed horizontal central vestibular nystagmus)
         - 2.1.2.1.2 주기교대안진(Periodic alternating nystagmus)
         - 2.1.2.1.3 잠복안진(Latent nystagmus)
       - 2.1.2.2 수직 또는 회선우세 중추전정안진(Predominantly vertical or torsional central vestibular nystagmus)
         - 2.1.2.2.1 하향안진(Downbeat nystagmus)
         - 2.1.2.2.2 상향안진(Upbeat nystagmus)
         - 2.1.2.2.3 회선안진(Torsional nystagmus)
     - 2.1.3 기타자발중추안진(Other spontaneous central nystagmus forms)
       - 2.1.3.1 영아안진(Infantile nystagmus)
       - 2.1.3.2 후천시계추안진(Acquired pendular nystagmus)
         - 2.1.3.2.1 눈입천장떨림(Oculopalatal tremor)
         - 2.1.3.2.2 눈저작근리듬운동 (Oculomasticatory myorhythmia)
       - 2.1.3.3 시소안진(Seesaw nystagmus)

2.1.3.4 뇌전증안진(Epileptic nystagmus)
2.1.3.5 원활추종마비안진(Pursuit-paretic nystagmus)
2.2 주시유발안진(Gaze-evoked nystagmus)
2.2.1 주시유지안진(Gaze-holding nystagmus)
2.2.2 제1도전정안진(First-degree vestibular nystagmus)
2.2.3 전정안진 + 주시유지안진(Vestibular plus gaze-holding nystagmus)
2.2.4 반동안진(Rebound nystagmus)
2.2.5 구심안진(Centripetal nystagmus)
2.3 유발안진(Triggered nystagmus)
2.3.1 체위안진(Positional nystagmus)
2.3.1.1 양성돌발두위안진(Benign paroxysmal positional nystagmus, 이하 BPPN)
2.3.1.1.1 뒤반고리관 BPPN(Posterior semicircular canal BPPN)
2.3.1.1.2 수평반고리관 BPPN(Horizontal semicircular canal BPPN)
2.3.1.1.2.1 가성자발안진(Pseudo-spontaneous nystagmus)
2.3.1.1.3 앞반고리관 BPPN(Anterior semicircular canal BPPN)
2.3.1.2 기타 말초성 체위안진(Other peripheral positional nystagmus)
2.3.1.3 중추성 체위안진(Central positional nystagmus)
2.3.2 두진후안진(Headshaking-induced nystagmus)
2.3.3 교차결합안진(Cross-coupled nystagmus)
2.3.4 소리유발안진(Sound-induced nystagmus)
2.3.5 Valsalva유발안진(Valsalva-induced nystagmus)
2.3.6 압력유발안진(Pressure-induced nystagmus)
2.3.7 진동유발안진(Vibration-induced nystagmus)
2.3.8 과호흡유발안진(Hyperventilation-induced nystagmus)
2.3.9 원활추종유발안진(Pursuit-induced nystagmus)
3. 안진유사눈운동(Nystagmus-like movements)
3.1 신속보기침입 및 진동(Saccadic intrusions and oscillations)
3.1.1 사각파된떨림(Square-wave jerks)
3.1.2 큰신속보기진동(Macrosaccadic oscillations)
3.1.3 신속보기 파(Saccadic pulses)
3.1.4 눈된떨림(Ocular flutter)
3.1.5 눈간대경련(Opsoclonus)
3.1.6 자발신속보기진동(Voluntary saccadic oscillations)
3.2 기타안진유사눈운동(Other nystagmus-like movements)
3.2.1 눈모음-후퇴안진(Convergence-retraction nystagmus)
3.2.2 영아두진증에서의 안구진동(Ocular oscillations in spasmus nutans)
3.2.3 눈찌운동 및 변형(Ocular bobbing and its variants)
3.2.4 상사근잔떨림(Superior oblique myokymia)
3.2.5 핑퐁주시(Ping-pong gaze)
3.2.6 시계추가성안진(Pendular pseudonystagmus)

7. 안진

안진은 다양한 기준에 따라 여러 방식으로 분류할 수 있다. 하나의 안진도 사용되는 맥락이나 분류체계에 따라 다르게 분류될 수 있다[해부학적 분류, 방향 중심분류, 생리적/병적 구분, 격동(jerk)/시계추(pendular)구분, 말초/중추구분,

선천성/후천성구분 등). 어느 한 분류체계도 모든 형태의 안진을 완벽하게 설명하지는 못한다. 본 문서의 주요 목적은 연구 및 임상진료에서의 의사소통을 용이하게 하기 위하여 안진의 검사 방법과 유형에 대한 통일된 정의를 제시하는 데 있다. 이에 따라 가능한 현상학적 기준에 근거하여 병적안진을 분류하였다. 즉, 안진이 직립 정면 주시에서 자발적으로 나타나는지, 주시방향변화에 의해 유발되는지, 또는 특정 자극에 의해서만 유발되는지에 따라 범주화하였다. 이러한 틀 안에서, 방향(예: 하향안진), 추정병변위치(예: 전정안진), 또는 원인(예: 뇌전증성안진)과 같이 서로 다른 기준으로 정의된 용어를 일부 혼합하여 사용할 수밖에 없었다. 이는 임상적으로 의미 있는 모든 형태를 포괄하기 위함이다. 환자 눈운동 기록을 바탕으로 일부 안진 유형에 대한 비디오 시뮬레이션을 제작하였으며, 자료가 축적됨에 따라 추가될 예정이다. 관련 영상은 http://www.jvr-web.org/ICVD.html 에서 확인할 수 있다.

1. 생리안진

병리 없이 정상인에서 자연스러운 행동의 일부로 나타나거나 생리적 자극에 반응하여 발생하는 안진을 말한다.

1.1. 생리종점안진(Physiologic end-point nystagmus)

병리가 없는 상태에서 정상적인 주시 유지 능력의 변이에 의해 나타나는 주시유발안진을 말한다.

추가 설명: 생리종점안진은 대개 극단적인 수평주시 또는 때로는 상방주시에서 관찰되며, 일반적으로 진폭과 빈도가 낮고, 양안성이며, 좌우주시에서 대칭적이고, 수 초 이내에 감소하는 경향이 있으며, 다른 눈운동 이상이나 신경학적 이상을 동반하지 않는다[8, 49, 138]. 드물게 지속되거나, 비대칭이거나, 약간 해리성일 수 있다[138]. 질병 발생 이전의 눈기록이 없는 경우, 생리종점안진과 미묘한 후천병적주시유발안진을 구별하기 어려울 수 있다.

권장하지 않는 용어: end-gaze nystagmus, extreme-gaze nystagmus

1.2. 회전중안진(Per-rotational nystagmus)

지속적인 회전자극 동안 발생하며, 빠른성분이 회전방향과 일치하는 안진을 말한다.

추가 설명: 암실에서 빠르게 가속하여 일정 속도로 회전할 경우, 전정안진은 회전 시작 시 가장 강하며, 팽대부릉정(cupula)이 원위치로 복원됨에 따라 느린성분속도는 지수함수적으로 감소한다. 밝은 환경에서 주변시야가 제공되는 경우에는 전정성분과 시운동성분이 결합된 형태로 나타나며, 일정속도 회전 동안 전정성분은 점차 감소한다.

권장하지 않는 용어: per-rotatory nystagmus

1.3. 회전후안진(Post-rotational nystagmus)

지속적인 회전을 갑자기 멈춘 뒤 유발되는 전정안진을 말한다.

추가 설명: 빠른성분은 원래 회전방향과 반대방향을 향한다. 이는 지속적인 회전과 반대방향의 가속자극에 해당한다.

권장하지 않는 용어: post-rotatory nystagmus

1.4. 시운동안진(Optokinetic nystagmus)

지속적인 자가 회전 상태에서 밝은 환경에서 시각자극이 제공될 때 또는 시야 전체가 움직이는 시각자극이 피검자 주변을 회전할 때 유발되는 안진을 말한다. 안진의 느린성분은 시각자극의 움직임 방향과 일치하며, 자극에 따라 수평, 수직 또는 회선성분을 가질 수 있다.

추가 설명: *원형vection*은 지속적으로 회전하는 시각자극에 의해 유발되는 강한 자가 회전 감각을 의미한다. *선형vection*은 이동하는 시각자극(예: 지나가는 기차를 보는 경우)에 의해 유발되는 선형자가운동감각을 말한다. 원형 vection에서는 시운동안진 초기에는 원활추종운동계가 기여하나, 지속적인 회전 자극이 유지되면 시운동계가 주된 역할을 한다. 반면 선형 vection에서는 눈운동 특성이 주로 원활추종운동계 활성화 양상과 유사하다[118, 119, 149].

1.5. 시운동후안진(Optokinetic after-nystagmus)

시운동 자극이 종료된 후 암실에서, 시운동안진과 동일한 방향으로 지속되는 안진을 말한다.

추가 설명: 이러한 안진은 수 초 동안 지속되며, 느린성분속도는 점차 감소한다. 이는 전정계의 속도저장기전(vestibular velocity storage mechanism)에 기인한 것으로 이해된다.

1.6. 온도안진(Caloric nystagmus)

체온과 다른 온도의 물이나 공기를 고막에 가하여 유발되는 전정안진을 말한다.

추가 설명: 검사실에서는 일반적으로 체온에서 ±7℃ 차이(30℃ 및 44℃) 또는 얼음물을 사용한다. 바로 누운 자세에서 냉자극은 주로 자극 반대쪽을 향하는 빠른성분을 보이는 수평안진을 유발하고, 온자극은 자극 쪽을 향하는 빠른성분을 보이는 수평안진을 유발한다.

1.7. 자기장전정자극유발안진(Magnetic vestibular stimulation, MVS-induced nystagmus)

강한 자기장이 미로에 작용하여 유발되는 전정안진을 말한다.

추가 설명: MRI와 같은 강한 정적자기장은 정상 전정기능을 가진 사람에서도 안진을 유발하며, 자기장 강도에 비례하고, 자기장 극성과 머리위치에 따라 방향이 달라진다. 이는 자기장과 내림프(endolymph) 내의 이온 전류가 상호작용하여 Lorentz 힘을 발생시키고, 그 결과 반고리관 팽대부릉정을 새로운 위치로 이동시키는 기전으로 설명된다[81, 133, 160].

2. 병적안진(Pathologic nystagmus)

병적안진은 하나 이상의 눈운동계에 영향을 미치는 질환에 의해 발생한다.

추가 설명: 병적안진은 일반적으로 안정적인 주시를 유지하는 정상 기전 중 하나 이상이 손상되어 발생한다. 이러한 기전에는 전정안반사의 이상, 주시유지 기전인 신경통합원(neural integrator)의 기능장애 또는 불안정, 그리고 고정 시 눈편위를 적절히 억제하지 못하는 시각 경로의 이상이 포함된다. 이러한 장애는 후천적으로 발생할 수 있으며, 선천성 또는 초기 발달이상에 기인할 수도 있다.

2.1. 자발안진(Spontaneous nystagmus)

자발안진은 머리를 직립 중립위치(회전 또는 기울임 없이)로 유지한 상태에서 정면 주시 시 나타나는 안진으로, 체위 변화나 기타 유발 조작에 의해 유발되지 않는 경우를 말한다.

추가 설명: 자발안진은 다른 주시위치에서도 나타나는 경우가 많으나, 강도가 증가하거나 감소하는 등 양상이 변할 수 있다. 일부 전정병변, 특히 수평반고리관 양성돌발두위현훈(cupulolithiasis)에서는 정면주시에서도 "가성자발안진(pseudospontaneous nystagmus)"이 나타날 수 있다(2.3.1.1.2.1). 이러한 안진은 머리를 약 30° 전굴하여 수평반고리관을 중력에 대해 수평 위치에 놓으면 소실되며, 더 전굴하면 방향이 역전된다.

2.1.1. 자발말초전정안진(Spontaneous peripheral vestibular nystagmus)

양측 미로나 전정신경 사이의 전정긴장도불균형에 의해 발생하는 자발격동안진(jerk nystagmus)을 말한다.

추가 설명: 자발말초전정안진은 다음과 같은 특징을 보인다.

1) 머리기준좌표계에서 양안성이며 동향성이다.
2) 머리기준좌표계에서 주시위치와 관계없이 단일 평면과 단일 방향으로 박동한다.
3) Alexander 법칙을 따른다.
4) 시고정에 의해 억제되며, 시고정 차단 시 강화된다.
5) 눈운동기록 시 느린성분속도가 일정하다.

자발말초전정안진은 *방향이 고정(direction-fixed)*되어야 한다. 즉, 머리기준좌표계에서 한 방향으로만 박동하며, 주시위치에 따라 방향이 바뀌지 않는다. 이는 보통 미로, 전정신경절, 또는 전정신경을 침범하는 급성구조 또는 생리병변에 의해 발생한다. 안진의 궤적은 병변이 있는 반고리관 또는 그 구심성 연결의 대략적인 평면과 일치하여야 한다. 수평반고리관 또는 그 구심연결이 침범되면, 정면주시에서 안진은 주로 수평안진을 보이며, 다른 구조도 함께 침범된 경우에

는 소량의 회선성분 및/또는 수직 성분을 동반할 수 있다.

일측 전정미로 전체, 세반고리관 또는 그 구심연결이 손상되면, 정면주시에서 수평-회선혼합안진(spontaneous horizontal-torsional nystagmus)이 나타날 수 있다. 이는 정상측 앞·뒤반고리관에서 발생하는 수직느린성분이 서로 상쇄되면서, 병변측을 향하는 수평 및 회선 느린성분만 남기 때문이다(그림 3 참조). 이 안진은 대부분 말초전정병변에서 나타나지만, 교뇌 내 전정신경섬유다발[129], 전정핵[92], 또는 휴지기 전정긴장도를 조절하는 소뇌 구조[103]의 병변에서도 나타날 수 있다. 때로는 회선성분이 뚜렷하지 않아 주로 수평안진처럼 보일 수 있다. 이러한 수평안진은 가성자발안진(2.3.1.1.2.1), 영아안진(2.1.3.1), 또는 Chiari기형[17]과 같은 드문 중추원인과 감별하여야 하며, 주기교대안진(2.1.2.1.2)을 배제하기 위해 충분히 관찰하여야 한다.

자발수직-회선안진(spontaneous vertical-torsional nystagmus)은 하나의 수직반고리관(앞 또는 뒤반고리관) 또는 그 구심연결이 침범된 경우에 나타난다. 예를 들어, 하분지전정신경염은 뒤반고리관 구심기능이상으로 인해 회선-하향안진을 유발할 수 있다[95]. 또한 위반고리관결손(superior canal dehiscence)증후군에서는 맥박동조성(pulse-synchronous) 회선 또는 수직-회선 안진이 보고된 바 있다[44, 66, 151, 165].

수평-수직-회선혼합안진(spontaneous horizontal-vertical-torsional nystagmus)은 주로 상분지전정신경염에서 관찰된다. 이 경우 수평반고리관 구심기능이상이 수평성분을, 앞반고리관 구심기능이상이 회선 및 소량의 상향성분을 만든다[52, 163]. 외측연수증후군(Wallenberg 증후군)[14]과 같은 중추 질환에서도 이와 유사한 안진이 나타날 수 있다.

안진의 강도는 전정긴장도 비대칭 정도를 반영한다. **Alexander 법칙**은 말초전정안진이 빠른성분 방향으로 주시할 때 가장 강해지고, 느린성분 방향으로 주시할 때 가장 약해지는 양상을 설명한다. 이에 따라 안진을 세 등급으로 나눌 수 있다.

- 제1도 전정안진: 빠른성분 방향으로 주시할 때만 나타난다.
- 제2도 전정안진: 정면주시에서도 나타난다.
- 제3도 전정안진: 느린성분 방향으로 주시할 때도 나타난다.

본 분류에서 제1도 전정안진(2.2.2)은 정면주시에서 나타나지 않으므로 엄밀한 의미의 자발안진은 아니며, 일측주시유지안진(2.2.1)과 감별이 어려울 수 있다. 이 세 등급 분류는 수직안진에도 적용할 수 있으나[57], 일반적으로는 수평안진에 주로 사용한다[45].

뇌간이나 소뇌의 중추병변(예: 뇌졸중)은 때때로 급성말초전정병의 안진과 구별하기 어려운, 주로 수평성분을 보이는 자발전정안진을 유발할 수 있다. 그러나 일부에서는 앞서 기술한 특징 가운데 하나 이상이 말초전정안진과 다르게 나타난다. 예를 들어, 주시방향에 따라 방향이 바뀌거나 순수 수직 또는 순수 회선성분만을 보이는 급성자발격동안진(jerk nystagmus)은 말초병변보다 중추병변과 더 밀접한 관련이 있다[89, 146]. 이러한 맥락에서 *"방향변환수평안진(direction-changing horizontal nystagmus)"*이라는 용어를 사용해 왔다[89, 120, 146]. 이는 정면주시에서 자발격동안진(spontaneous jerk nystagmus)이 나타나고, 다른 주시위치에서 안진의 방향이 바뀌는 경우를 뜻한다. 반면 정면주시에서는 안진이 없지만 우측주시와 좌측주시에서 모두 병적 수평안진이 나타나면, "양측주시유지안진(bilateral gaze-holding nystagmus)"(2.2.2)이라는 용어가 적절하다. 자발말초전정안진은 양측주시유지안진과 함께 나타날 수 있다. 이는 전정긴장도 불균형과 주시유지장애가 함께 발생한 경우(2.2.3 참조) 또는 급성 일측말초전정기능상실 뒤 중추가 적응하는 과정에서 관찰할 수 있다[134].

2.1.1.1 억제형 자발말초전정안진(Spontaneous peripheral vestibular nystagmus, inhibitory type):

일측 전정기능이 감소하거나 소실되어 전정긴장도에 비대칭이 생길 때 나타나는 자발말초전정안진을 말한다.

추가 설명: 전정안진에서 느린성분의 방향은 전정핵 수준의 긴장신경활동 불균형으로 결정된다. 한쪽 전정긴장도가 감소하면 반대쪽 정상 전정핵의 활동이 상대적으로 우세

해져, 눈을 병변 쪽으로 천천히 이동시키는 느린성분이 나타난다. 이에 따라 안진은 기능이 감소한 병변의 반대 방향으로 박동한다. 이러한 원리는 유발전정안진에도 동일하게 적용한다. 자발말초전정안진은 대부분 억제형이며, 예외적으로 Ménière 병 발작기나 전정발작(vestibular paroxysmia)과 같은 상황에서는 흥분형이 나타날 수 있다. 그러나 안진의 형태만으로 억제형인지 흥분형인지 구별하기는 어렵다. 일반적으로는 청력 소실의 측성(laterality) 등 임상 소견, 영상 검사에서 확인된 병변의 위치, 또는 병태생리에 대한 지식을 종합하여 판단하여야 한다.

이전 용어: Paretic nystagmus

2.1.1.2 흥분형 자발말초전정안진(Spontaneous peripheral vestibular nystagmus, excitatory type)

일측전정활동이 증가하여 전정긴장도비대칭이 발생함으로써 나타나는 자발말초전정안진을 말한다.

추가 설명: 전정안진에서 느린성분의 방향은 전정핵 수준의 긴장성 신경활동 불균형으로 결정된다. 한쪽 전정 긴장도가 증가하면, 해당 측 전정핵의 활동이 우세해져 눈이 병변 반대쪽으로 천천히 편위한다. 이에 따라 안진은 전정 활동이 증가한 병변 쪽으로 박동한다(그림 3 참조). 이러한 원리는 유발전정안진에서도 동일하게 적용된다. 흥분형 자발말초전정안진은 Ménière 병 또는 전정발작(vestibular paroxysmia)에서 가장 흔히 나타난다.

이전 용어: Irritative nystagmus

2.1.1.3 회복안진(Recovery nystagmus)

초기에 억제형 자발말초전정안진을 일으킨 전정질환이 회복되는 과정에서, 일정 시간이 지난 뒤 안진의 방향이 반대로 바뀌어 나타나는 자발말초전정안진을 말한다. 발현 시점은 원인에 따라 다르지만, 대개 수 시간에서 수일 후이다.

추가 설명: 회복안진은 초기 전정 긴장도비대칭에 대해 형성된 중추보상기전이 일정 기간 지속되다가, 더 이상 동일한 수준의 보상이 필요하지 않게 되면서 발생한다. 즉, 질환 초기 단계가 수 시간 또는 수일 동안 지속된 이후 비교적 빠른 회복이 일어날 때(수 분에서 수 시간, 때로는 수일) 나타난다. 안진이 매우 짧거나 발작성인 경우에는 일반적으로 회복안진이 관찰되지 않는다. 회복안진의 대표적인 예로는 Ménière 병 발작에서 병변측 미로와 반대 방향으로 박동하던 안진이 이후 병변측을 향하는 방향으로 전환되는 경우가 있다[69, 114]. 또한 자기장전정자극유발안진(1.7) 이후 일시적인 방향 역전이 나타나는 경우도 이에 해당한다[133]. 유발형 회복안진은 전정신경초종 환자에서 과호흡(2.3.8)에 의해 병변측을 향하는 안진이 유발되는 경우 관찰될 수 있으며, 이는 부분 탈수초화된 전정신경에서 축삭 전도의 일시적 개선에 의해 설명된다[34]. 유사하게, 일측미로병변 뒤 시간이 지나 반대쪽 미로가 추가로 손상되면, 처음 손상된 미로가 정상인 것처럼 보이는 방향의 안진이 나타날 수 있다. 이를 *Bechterew 현상*이라 하며, 첫 번째 병변 뒤 중추전정계가 재균형을 이룬 상태에서 두 번째 병변이 발생하여 이전 적응기전을 반영하는 새로운 전정긴장도 비대칭이 생기기 때문이다[168].

2.1.2 자발중추전정안진(Spontaneous central vestibular nystagmus)

전정안반사에 기여하거나 전정안반사의 적응 조절에 관여하는 중추신경계회로의 기능 이상으로 인해 발생하는 자발격동안진(jerk nystagmus)을 말한다.

추가 설명: 자발중추전정안진은 다양한 궤적을 보일 수 있다. 일부에서는 안진의 궤적을 하나 이상의 반고리관이나 그 구심연결에 생긴 말초전정기능이상만으로 설명하기 어려워 중추기원을 비교적 분명하게 판단할 수 있다. 순수하향안진, 순수상향안진, 순수회선안진이 이에 해당한다. 반면 안진의 궤적만으로 중추기원을 판단하기 어려운 경우도 있다. 이때에는 안진의 다른 특징, 동반된 중추눈운동이상이나 신경계 징후, 전반적인 임상 맥락을 함께 고려하여 판단해야 한다.

2.1.2.1 수평우세중추전정안진(Predominantly horizontal central vestibular nystagmus)

정면주시에서 주로 수평성분이 우세한 자발중추전정안진을 말한다.

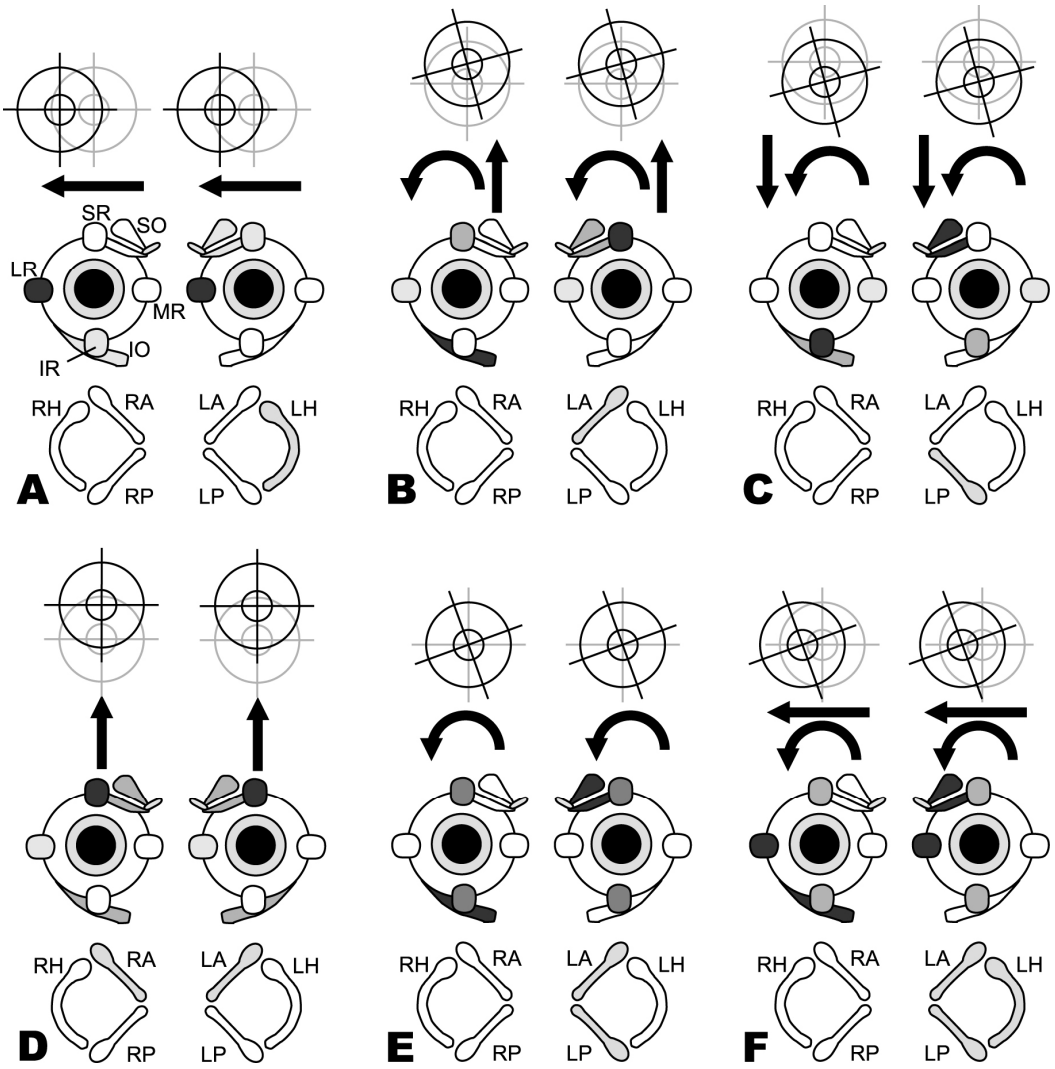


그림 3. 개별 반고리관 자극 시 관찰되는 안진 느린성분.

각 패널(A – F)의 하단 행에서는 음영으로 자극된 반고리관을 표시하였다. 중간 행에서는 외안근 도식을 통해 활성화되는 근육을 나타내었으며, 더 진한 음영은 더 강한 활성화를 의미한다. 상단 행에서는 그 결과로 나타나는 yaw, pitch, roll 눈운동을 표시하였다.
(A) 좌측 수평반고리관(LH)의 자극은 주로 우측 외직근(LR)과 좌측 내직근(MR)의 강한 활성화에 의해 우향 느린성분을 유발한다.
(B) 좌측 앞반고리관(LA)의 자극은 우측 하사근(IO)과 상직근(SR), 그리고 좌측 상사근(SO)과 상직근(SR)의 복합 작용에 의해 상방/시계방향(환자 기준)의 느린성분을 유발한다.
(C) 좌측 뒤반고리관(LP)의 자극은 우측 하사근(IO)과 하직근(IR), 그리고 좌측 상사근(SO)과 하직근(IR)의 복합 작용에 의해 하방/시계방향(환자 기준)의 느린성분을 유발한다.
(D) 좌측 앞반고리관(LA)과 우측 앞반고리관(RA)이 동일하게 자극되면 양측 상직근(SR)과 사근이 활성화되며, 각 반고리관에서 발생하는 회선 성분이 서로 상쇄되어 순수한 상방 느린성분이 나타난다.
(E) 좌측 앞반고리관(LA)과 좌측 뒤반고리관(LP)이 동일하게 자극되면 각 반고리관 효과가 합산된 근육 활성화가 일어나며, 상방과 하방 성분이 서로 상쇄되어 순수한 회선성 안진이 나타난다.
(F) 좌측의 세 반고리관이 모두 동일하게 자극되면 각 반고리관의 효과가 합산되어 우측/시계방향(환자 기준)의 느린성분이 나타난다.
(Cohen 등[37]에서 수정; *Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery* 제6판[61]을 바탕으로 재구성. 인간 머리 기준 좌표계에 맞게 데이터 보정됨).

2.1.2.1.1 **방향고정수평중추전정안진**(Direction-fixed horizontal central vestibular nystagmus)

정면주시에서 주로 수평성분이 우세하며, 방향이 고정된 자발중추전정안진을 말한다.

추가 설명: 급성현훈증후군에서는 중추전정안진이 순수 수평 또는 수평-회선 혼합 궤적을 보이는 경우가 많아, 전

정신경염 등에서 흔히 관찰되는 자발말초전정안진(2.1.1)과 혼동할 수 있다[89, 104]. 가장 흔한 원인은 소뇌 또는 뇌간의 뇌졸중이다[89, 105]. 이러한 경우 다음 소견은 중추병변을 시사한다.

- 정상 전정안반사
- 주시유발안진(2.2.1)
- 스큐편위(skew deviation) (대개 중추징후)
- 수직 원활추종운동 장애
- 전정안반사억제 장애

또한 시고정을 허용하거나 차단해도 안진의 속도가 자발말초전정안진에서처럼 뚜렷하게 변하지 않는 경우가 많다[104, 120]. 두진이나 체위변화에 따라 안진의 방향이 바뀔 수는 있으나, 주기교대안진(2.1.2.1.2)처럼 자발적으로 교대하지는 않는다. 또한 잠복안진(2.1.2.1.3)처럼 시고정 여부에 따라 방향이 달라지지도 않는다[76].

2.1.2.1.2 주기교대안진(Periodic alternating nystagmus, 이하 PAN)

약 90-120초마다 방향이 자발적으로 교대하는, 동향성 양안수평격동안진(jerk nystagmus)을 말한다.

추가 설명: 수평안진의 방향이 바뀌는 짧은 정지기(null phase)에는 하향안진이나 사각파된떨림(square-wave jerks)이 더욱 뚜렷하게 나타날 수 있다. 후천성 PAN은 주로 소뇌결절(nodulus) 또는 목젖(uvula)의 기능 이상과 관련이 있다[63, 82]. 선천성 PAN은 후천성 형태보다 방향 전환 주기가 일정하지 않고, 느린성분이 가속형(accelerating) 파형을 보여 영아안진(2.1.3.1)과 더 유사하다[64]. PAN을 일으키는 병변이 뇌간의 신속보기(빠른성분) 생성 기전까지 침범하면, 약 2분 간격으로 좌우로 교대하는 *수평 동향성 주시편위(periodic alternating gaze deviation)*가 나타날 수 있다. 이 상태는 약 2분 간격으로 주시 방향이 교대한다는 점에서, 약 0.25 Hz의 빈도로 양안이 좌우로 연속 이동하는 *핑퐁주시(ping-pong gaze*, 3.2.5)와 구별된다. 핑퐁주시는 빈도가 낮아 시계추안진으로 분류하지 않는다[79]. *풍차안진(windmill nystagmus)*은 PAN의 드문 변형이다. 주기적으로 방향이 바뀌는 수평안진에 주기적으로 방향이 바뀌는 수직안진이 겹쳐 나타나며, 두 진동은 약 90°의 위상 차이를 보여 박동 방향이 시계바늘처럼 회전하는 양상을 보인다. 풍차안진과 그 변형은 장기간 시력을 상실한 환자에서 보고되며, 주시안정화 네트워크와 단기 적응에 중요한 속도저장기전(velocity-storage mechanism)의 기능 이상이 함께 작용한 결과로 설명한다. 따라서 풍차안진은 전형적인 PAN보다 주기가 일정하지 않은 경우가 많다[35].

2.1.2.1.3 잠복안진(Latent nystagmus)

양안주시에서는 나타나지 않지만, 단안 차폐 시 나타나는 동향성 수평격동안진(jerk nystagmus)을 말한다. 양쪽 눈의 빠른성분은 모두 차폐한 눈의 반대 방향으로 박동한다.

추가 설명: 잠복안진은 사시(주로 내사시), 약시, 해리수직편위(dissociated vertical deviation, alternating sursumduction이라고도 하며 차폐한 눈이 위로 편위하는 현상)와 관련된 시각-전정 장애로, 융합발달이상안진증후군(fusional maldevelopment nystagmus syndrome)의 일부로 본다[2, 26]. 진성(true) 잠복안진보다 *현성잠복안진(manifest latent nystagmus)*이 더 흔하다. 현성잠복안진은 양안주시에서도 나타나지만, 한쪽 눈을 가리거나 한쪽 눈으로 보려고 할 때 강해지거나 방향이 바뀔 수 있다. 잠복안진과 마찬가지로 현성잠복안진도 선천사시와 양안시 발달 실패에 따른 약시와 관련이 있다. 따라서 한쪽 눈을 가리지 않더라도 시력이 충분히 저하되어 기능적으로 차폐한 상태가 되면 현성잠복안진이 나타날 수 있다. 일부 환자는 잠복안진을 의도적으로 유발하거나 억제할 수 있다[98]. 잠복안진의 느린성분은 등속형 또는 감속형 파형을 보이며, 대개 Alexander 법칙을 따른다.

권장하지 않는 용어: occlusion nystagmus

2.1.2.2 수직 또는 회선우세 중추전정안진 (Predominantly vertical or torsional central vestibular nystagmus)

정면주시에서 주로 수직 또는 회선성분이 우세한 자발중추전정안진을 말한다.

2.1.2.2.1 하향안진(Downbeat nystagmus)

정면 주시에서 주로 하향 빠른성분을 보이는 자발중추전정안진을 말한다.

추가 설명: 하향안진은 대개 전정소뇌(vestibulocerebellum) 기능 이상과 관련이 있다. 수평주시나 하방주시에서 강해지는 경우가 흔하며, 때로는 수평주시에서만 뚜렷하게 나타난다. 양측주시유지안진(2.2.1)을 동반하는 경우도 많다. 느린성분은 대개 선형 파형을 보이고 Alexander 법칙을 따른다. 즉, 상방주시에서 가장 약하고 하방주시에서 가장 강하다. 그러나 일부 하향안진은 상방주시에서 가장 강하며, 느린성분속도가 증가형 파형을 보이기도 한다. 시고정으로 충분히 억제되지 않는 경우가 많다. 눈모음(convergence)을 하거나 머리 위치를 바로 누운 자세 또는 엎드린 자세로 바꾸면 상향안진으로 전환되거나 강도가 달라질 수 있다(중추체위안진, 2.3.1.3). 또한 강한 수평 또는 수직 두진(2.3.2)이나 과호흡(2.3.8) 뒤에 강해질 수 있다. 일부에서는 양쪽 눈이 눈벌림(divergence) 방향으로 박동하는 성분을 동반한다.

2.1.2.2.2 상향안진(Upbeat nystagmus)

정면주시에서 주로 상향 빠른성분을 보이는 자발중추전정안진을 말한다.

추가 설명: 정면주시에서 나타나는 상향안진은 하향안진보다 드물고, 병변 위치를 특정하기도 더 어렵다. 가장 흔한 병변 부위는 정중곁연수(paramedian medulla)이다. 상향안진은 대개 측방주시에서 뚜렷하게 강해지지 않지만, 눈모음의 영향을 받을 수 있다. 흔히 Alexander 법칙을 따라 상방주시에서 강해지지만, 일부에서는 하방주시에서 강해지거나 느린성분이 선형, 증가형 또는 감소형 파형을 보이기도 한다. 하향안진과 마찬가지로 머리 위치에 따라 달라질 수 있으나, 시고정의 영향은 대체로 크지 않다. 상향안진은 때때로 소량의 수평성분을 동반한다. 이 경우 빠른성분이 좌우 사선 방향으로 번갈아 나타나면서 *리본모양(bowtie)* 궤적을 보일 수 있다[33].

2.1.2.2.3 회선안진(Torsional nystagmus)

정면주시에서 주로 회선성분이 우세한 자발중추전정안진을 말한다.

추가 설명: 정면주시에서 나타나는 순수회선안진은 대개 중추전정경로의 병변으로 발생하며, 특히 연수나 중뇌 병변과 관련이 있다[113]. 눈기울임반응(ocular tilt reaction)이나 핵간안근마비(internuclear ophthalmoplegia)를 동반하기도 한다. 중간소뇌각(middle cerebellar peduncle) 병변에서는 수직원활추종운동으로 회선안진이 유발될 수 있다(2.3.9)[60]. 또한 말초전정안진에서 수평성분과 수직성분이 시고정으로 더 효과적으로 억제되면, 회선성분만 상대적으로 두드러져 회선우세안진처럼 보일 수 있다.

2.1.3 기타자발중추안진(Other spontaneous central nystagmus forms)

중추신경계기능이상으로 인해 발생하는 자발안진으로, 시계추형 또는 격동형(jerky) 파형을 보이지만 반드시 중추전정회로의 장애에서 비롯되지는 않는 안진을 말한다.

2.1.3.1 영아안진(Infantile nystagmus)

출생 시 존재하거나 영아기에 발현하는 동향성 수평안진을 말한다.

추가 설명: 영아안진증후군은 주로 수평성분이 우세한 동향성 안진으로, 눈기준좌표계에서는 상방주시나 하방주시에서도 수평 방향을 유지한다. 증가형 속도를 보이는 격동형(jerky) 파형과 시계추형 파형이 함께 나타날 수 있으며, 각 주기에는 짧은 오목주시(foveation) 기간이 포함되어 이때 시표를 선명하게 주시할 수 있다. 영아안진은 시각적 주의가 높거나 각성한 상태에서 강해질 수 있으며, 눈모음(convergence), 무관심, 눈감기 또는 수면 중에는 약해진다. 진폭, 빈도, 파형은 주시 위치에 따라 달라질 수 있다. 대개 수평주시에서 강해지며, 우측주시에서는 우향박동, 좌측주시에서는 좌향박동을 보인다. *무안진영역(null zone)*에서는 강도가 감소한다. 이 때문에 환자는 안진을 줄이기 위해 머리를 특정 방향으로 돌리는 보상자세를 취하는 경우가 많다. 시운동 자극의 이동 방향과 같은 방향으로 신속보기가 나타나

는 시운동반응 역전(inversion of optokinetic response)도 흔히 관찰된다. 시운동드럼이나 시운동테이프로 이를 평가할 수 있다[70]. 영아안진은 다른 시각감각 이상과 함께 나타날 수 있으나, 시각계에 이상이 없는 경우에도 발생할 수 있다[2].

이전 용어: *선천성안진(congenital nystagmus)*이라는 용어는 문헌에서 널리 사용되어 왔으나, *영아안진*은 실제로 출생 직후보다는 생후 8-12주 이후에 발현하는 경우가 많다는 점을 보다 정확히 반영한다. 일부에서는 "영아기 발현안진(infantile-onset nystagmus)"이라는 용어를 선호하기도 하나, 위원회는 "영아안진"이라는 용어가 이미 충분히 정착되어 있다고 판단하였다.

2.1.3.2 후천시계추안진(Acquired pendular nystagmus)

영아기를 지난 뒤 발생하는 시계추안진으로, 수평, 수직, 회선성분을 포함할 수 있다.

추가 설명: 진폭과 위상 관계에 따라 안진의 궤적이 달라지며, 사선형, 타원형 또는 원형을 보일 수 있다. 수평성분과 수직성분의 위상이 같으면 사선 궤적을 이룬다. 두 성분이 90°의 위상 차이를 보일 때에는 수평과 수직 진폭이 같으면 원형 궤적을, 다르면 타원형 궤적을 이룬다. 양쪽 눈 사이의 위상 차이가 180°이면 두 눈이 서로 반대 방향으로 움직이는 이향안진(disjunctive nystagmus)이 나타난다. 수평성분에서는 눈모임-눈벌림안진(convergent-divergent nystagmus), 회선성분에서는 회선눈모임안진(cyclovergent nystagmus; 두 눈이 동시에 내회선), 수직-회선혼합성분에서는 시소안진(seesaw nystagmus)이 나타난다. 안진은 한쪽 눈에서만 나타날 수 있다. 또한 두 눈 사이에 진폭 차이가 나타나는 해리후천시계추안진이나, 두 눈의 궤적이 서로 다른 형태도 볼 수 있다. 후자의 예로는 눈모임성분을 동반한 이향후천시계추안진이 있다. 다발경화증과 연관된 후천시계추안진은 눈입천장떨림과 연관된 후천시계추안진보다 대개 빈도가 높고(>4 Hz), 진폭은 더 작은(<4°) 경향을 보인다[150].

2.1.3.2.1 눈입천장떨림(Oculopalatal tremor)

대개 진폭이 크고 빈도가 낮은(1-3 Hz) 후천시계추안진의 한 형태로, 수직, 회선, 수평성분이 혼합되어 나타나며 흔히 비동향진동을 보인다[96, 150]. 눈을 감으면 진동이 강해질 수 있다[112]. 눈입천장떨림증후군은 연구개(soft palate)가 눈운동과 같은 리듬으로 움직이는 것이 특징이며, 같은 새궁(branchial arch)에서 기원한 다른 근육도 함께 움직일 수 있다.

추가 설명: 눈입천장떨림은 뇌간이나 소뇌의 Guillain-Mollaret 삼각(치아핵-적핵-하올리브핵 경로)에 기능 이상이 있음을 시사하며, 하올리브핵의 비후변성과 관련이 있다고 알려져 있다. 안진의 파형은 다양하며, 탈수초질환에서 흔히 나타나는 후천시계추안진보다 덜 매끄럽고 정현파 형태도 덜 뚜렷한 경우가 많다.

권장하지 않는 용어: Oculopalatal myoclonus

2.1.3.2.2 눈-저작근 리듬운동(Oculomasticatory myorhythmia)

약 1 Hz의 주기로 나타나는 눈모임-눈벌림 시계추 진동을 특징으로 하는 이향성 후천성 시계추안진의 한 형태로, 턱, 얼굴 또는 사지의 동조성 진동 운동을 흔히 동반한다.

추가 설명: 눈-저작근 리듬운동은 일반적으로 수직신속보기마비를 동반하며, 현재까지는 중추신경계 Whipple 병에서만 보고되었다[132, 135].

2.1.3.3 시소안진(Seesaw nystagmus)

이향성안진의 한 형태로, 한 반주기 동안 한쪽 눈은 느린성분으로 상승과 내회선을 보이고, 동시에 반대쪽 눈은 하강과 외회선을 보인다. 다음 반주기에서는 반대 방향으로 느린성분 또는 빠른성분이 나타난다.

추가 설명: 시소안진은 jerk형 또는 시계추형으로 나타날 수 있다.

- *격동성 시소안진(jerky seesaw nystagmus)*에서는 한 반주기 동안 한쪽 눈이 상승 및 내회선을, 다른 쪽 눈이 하강 및 외회선을 느린성분으로 보이며, 다음 반주기에서는 빠른성분이 반대 방향으로 나타난다. 이러한 형태는 수직 및 회선 주시유지를 담당하는 Cajal 사이질핵(interstitial nucleus of Cajal)에 전달되는

이석기관 전정 입력의 차단이나, 한쪽 앞·뒤반고리관에서 중뇌의 동안신경핵 및 활차신경핵으로 향하는 연결의 장애에 의해 발생할 수 있다[68, 126].

- 시계추 시소안진(pendular seesaw nystagmus)에서는 두 반주기 모두 느린성분으로 구성된다. 이는 주로 시교차(optic chiasm)를 압박하는 큰 안장옆 종양이나, 망막 또는 시교차 병변으로 인한 시력 소실과 연관되어 보고되었다[40, 42].

권장하지 않는 용어: 'hemi-seesaw nystagmus'라는 용어는 격동성 시소안진을 지칭하는 데 사용하지 않는다.

2.1.3.4 뇌전증안진(Epileptic nystagmus)

뇌전증 발작 활동에 기인하는 안진을 말한다.

추가 설명: 뇌전증발작은 동향주시편위(conjugate gaze deviation)나 스큐편위(skew deviation)를 일으킬 수 있으며, 안진을 동반하기도 한다. 뇌전증안진은 병변 위치와 임상 양상이 다른 안진과 구별되므로 별도로 다룬다. 대부분 수평동향안진이지만, 단안안진이나 수직안진도 보고되었다[161]. 측두엽, 후두엽 또는 두정엽에 발작 초점이 있으면 대개 먼저 병변 반대쪽으로 주시가 편위한 뒤, 눈이 중심 쪽으로 서서히 표류하면서 병변 반대쪽으로 박동하는 뇌전증안진이 나타난다. 이는 발작활동이 대뇌겉질의 신속보기영역을 활성화하기 때문이다[86, 87, 148]. 이때 느린성분은 주시유지기전인 신경통합원의 활동이 소실되어 나타나는 중심방향표류에 해당한다. 그러나 일부에서는 눈이 처음 병변 쪽으로 편위한 뒤, 병변 쪽을 향하는 느린성분을 보이는 안진이 나타나기도 한다. 이는 후두엽-측두엽-두정엽 접합부의 원활추종운동기전이 활성화되어 주시편위와 느린성분을 함께 일으키고, 빠른성분은 반사적으로 생성되는 것으로 해석한다[87, 152]. 좌측 측두엽-두정엽에 발작 초점이 있던 한 환자에서는 선형 느린성분을 보이는 우향박동안진이 나타났으나, 그에 앞선 주시편위는 관찰되지 않았다. 이는 대뇌겉질의 전정 및 원활추종운동 구조가 관여했음을 시사한다[62].

2.1.3.5 원활추종마비안진(Pursuit paretic nystagmus)

대뇌반구의 광범위한 병변으로 인해 수평 원활추종운동의 뚜렷한 비대칭이 발생하고, 그 결과 느린 안구 표류에 대한 교정반응으로 나타나는 저진폭 수평 격동안진(jerk nystagmus)을 말한다.

추가 설명: 광범위한 일측 대뇌반구 병변은 병변 반대쪽으로 향하는 원활추종운동의 이득(gain)을 비정상적으로 높이고, 병변 쪽으로 향하는 이득은 낮출 수 있다. 이러한 비대칭으로 눈은 병변 반대쪽으로 서서히 표류하고, 이를 교정하기 위해 병변 쪽으로 박동하는 빠른성분이 나타나 원활추종마비안진을 형성한다[139, 141]. 이 용어는 원활추종운동이 손상된 환자가 움직이는 시표를 따라갈 때, 추종 방향과 같은 방향으로 신속보기가 반복되는 '신속보기붕괴(saccadic breakdown)'를 가리키는 데 사용해서는 안 된다.

2.2 주시유발안진(Gaze-evoked nystagmus)

눈을 안와 안의 편심위치(eccentric position)로 이동할 때 나타나는 격동안진(jerk nystagmus)으로, 빠른성분은 대개 주시 방향으로 박동한다.

추가 설명: 주시유발안진은 양상에 따라 생리현상일 수도 있고, 말초 또는 중추전정기능이상을 시사할 수도 있으며, 중추주시유지기전인 신경통합원의 장애로 발생할 수도 있다. 최대 측방주시에서만 나타나고, 진폭과 빈도가 낮으며, 양쪽 눈에서 대칭으로 보이고, 수 초 안에 사라지며, 다른 눈운동이상이나 신경계 이상을 동반하지 않으면 생리종점안진(1.1)에 해당한다. 다만 생리주시유발안진과 병적 주시유발안진을 구별하기 어려운 경우도 있다. 정면주시에서 이미 안진이 나타나면 자발안진(2.1)으로 분류해야 한다. 다만 자발안진과 주시유발안진이 함께 나타날 수 있다(2.2.3 참조).

주시유발안진은 대개 양안에서 나타나지만, 해리형(dissociated) 또는 단안형(monocular)으로 나타날 수도 있다. 이러한 양상은 한쪽 눈의 움직임이 병적으로 제한된 경우에 흔하다. 해리형 또는 단안형 주시유발안진은 외전눈(abducting eye)이나 내전눈(adducting eye)에서 더 뚜렷할 수 있다. 외전안진(abducting nystagmus)은 내전 기능이

떨어진 눈의 반대 방향으로 주시할 때 나타난다. 핵간안근마비, 부분 제3뇌신경마비, 중증근무력증, 제한안와병(restrictive orbitopathy) 등에서 볼 수 있다. 반대로 내전안진(adducting nystagmus)은 외전 기능이 떨어진 눈 쪽으로 주시할 때 나타날 수 있으며, 제6뇌신경마비, 중증근무력증, 제한안와병에서 볼 수 있다. *주시마비안진(gaze-paretic nystagmus)*이라는 용어는 뇌간 또는 대뇌반구 병변이나 중증근무력증처럼 외안근 약화로 주시마비가 생기고, 이와 함께 주시유발안진이 나타나는 경우에만 사용해야 한다.

2.2.1 주시유지안진(Gaze-holding nystagmus)

신경통합원(neural integrator)의 기능장애로 인해 발생하는 병적주시유발안진을 말한다.

추가 설명: 병적 주시유발안진은 대개 눈 위치 명령을 조절하는 뇌간과 소뇌의 신경망, 즉 *신경통합원*의 기능장애와 관련이 있다[11]. 이 경우 이를 *주시유지안진*이라 한다. 편심주시를 유지할 때 눈은 중심위치로 되돌아가려는 표류를 보인다. 느린성분은 속도가 점차 감소하는 파형을 보이며, 이를 교정하는 빠른성분이 뒤따른다. 기전이 분명하더라도 주시유지안진은 흔히 관례에 따라 단순히 '주시유발안진'이라 부른다. 다른 형태의 주시유발안진이 있음에도 널리 사용하는 표현이다.

주시유지안진은 수평, 수직 또는 혼합 형태로 나타날 수 있다. 빠른성분은 대개 주시 방향으로 박동하지만, 수평 또는 수직 편심주시에서 회선안진이 나타나는 경우처럼 예외도 있다. 순수수평안진은 *양측성*으로 나타나 우측주시와 좌측주시 모두에서 보이거나, *일측성*으로 나타나 한쪽 주시 방향에서만 보일 수 있다. 순수수직안진은 상방주시, 하방주시 또는 양쪽에서 나타날 수 있다. 드물게 상방주시에서 하향안진이 나타나며, 이때 느린성분은 속도증가형 파형을 보여 수직주시유지기전의 불안정을 시사한다[9, 167]. 또한 하향안진은 측방주시에서만 나타나기도 한다. 자발하향안진(2.1.2.2.1)은 하방주시와 측방주시에서 흔히 강해지며, 양측수평주시유지안진을 동반하여 사선안진처럼 보일 수도 있다.

2.2.2 제1도 전정안진(First-degree vestibular nystagmus)

말초 또는 중추전정긴장도불균형으로 나타나는 일측주시유발안진으로, 전정기능이 감소한 쪽의 반대 방향으로 주시할 때에만 나타나고 정면주시에서는 보이지 않는 안진을 말한다.

추가 설명: 제1도 전정안진은 Alexander 법칙으로 설명할 수 있다(2.1.1 참조). 일측주시유지안진(gaze-holding nystagmus)과 제1도 전정안진을 임상에서 구별하기는 어려울 수 있다. 주시유지안진의 느린성분은 속도가 점차 감소하는 파형을 보이는 반면, 전정안진의 느린성분은 속도가 비교적 일정한 파형을 보인다. 그러나 침상에서 육안으로 관찰하는 것만으로는 이러한 차이를 구별하기 어려울 수 있다. 반동안진(2.2.4)이나 수직주시유발안진을 동반하면 주시유지기전의 장애를 시사한다. 반면 같은 방향의 수평두진후안진이 추가로 나타나거나, 반대쪽으로 시행한 두부충동검사에서 이상을 보이면 제1도 전정안진을 시사한다.

2.2.3 전정안진 + 주시유지안진(Vestibular plus gaze-holding nystagmus)

전정긴장도 불균형과 주시유지기전 장애가 함께 나타나는 양측주시유발안진을 말한다.

추가 설명: 전정긴장도 불균형은 말초 또는 중추전정기능이상으로 발생할 수 있다. 드문 Bruns 안진은 전정신경과 인접한 소뇌를 함께 침범하는 소뇌교각종양에서 전형적으로 나타난다. 병변 쪽으로 주시하면 주시유지기능장애에 따른 주시유발안진이 나타나고, 병변 반대쪽으로 주시하면 전정긴장도 불균형에 따른 제1도 말초전정안진이 나타나는 혼합형 안진이다[111, 155]. 전정긴장도 불균형이 충분히 크면 정면주시에서도 병변 반대쪽으로 박동하는 제2도 억제형 자발말초전정안진(2.1.1.1)을 동반할 수 있다.

뇌졸중이나 탈수초질환처럼 뇌간 또는 소뇌의 중추전정구조와 주시유지구조를 함께 침범한 경우에도 이와 비슷한 안진이 나타날 수 있다. 'Bruns 안진'이라는 용어는 과거부터 후두개와종양과 연관하여 사용해 왔으며, 흔히 말초전정안진과 주시유지안진이 혼합된 형태를 뜻한다. 따라서 순수

중추병변에서 이러한 양상이 나타나면 '중추전정안진 + 주시유지안진' 또는 '중추전정 및 주시유지혼합안진'이라는 용어를 사용하는 편이 바람직하다.

2.2.4 반동안진(Rebound nystagmus)

편심주시를 일정 시간 유지한 뒤 정면주시로 돌아올 때 일시적으로 나타나는 안진으로, 빠른성분은 이전 편심주시 방향의 반대쪽으로 박동한다.

추가 설명: 반동안진은 대개 주시유지안진과 함께 나타난다. 다만 생리종점안진이 있는 정상인에서도 관찰된 바 있다[138].

2.2.5 구심안진(Centripetal nystagmus)

편심주시 중 나타나는 주시유발안진의 한 형태로, 느린성분은 눈을 더 편심 방향으로 이동시키고 빠른성분은 정면주시 방향으로 박동한다.

추가 설명: 구심안진은 드문 형태의 안진으로, 편심주시를 지속하는 동안 주시유지안진이 약해진 뒤 나타나는 경우가 많다[107]. 대개 뚜렷한 반동안진(2.2.4)을 동반한다.

2.3 유발안진(Triggered nystagmus)

주시 위치 이외의 특정 유발인자로 나타나는 안진을 말한다. 머리 위치 변화와 그 밖의 유발조작이 이에 해당한다.

추가 설명: 유발인자는 반드시 명시하여야 한다. 또한 유발안진이 시각 고정 상태에서 나타나는지, 아니면 시고정을 차단했을 때에만 나타나거나 강도가 증가하는지도 기록하여야 한다. 체위안진을 평가할 때에는 시고정 차단이 반드시 필요한 것은 아니지만, 두진(head shaking), 소리 자극, Valsalva, 압력 자극, 진동, 과호흡 등으로 유발되는 안진을 관찰하기 위해서는 시고정을 차단하는 것이 필요한 경우가 많다.

2.3.1 체위안진(Positional nystagmus)

중력에 대한 머리 위치가 바뀔 때 유발되며, 위치 변화가 끝난 뒤 나타나는 안진을 말한다.

추가 설명: 체위안진은 일시형 또는 지속형으로 나타날 수 있다. 일시형은 대개 1분 미만 지속하며, 반고리관결석증형 양성돌발두위현훈에서 흔히 관찰한다. 지속형은 대개 1분 이상 지속하며, 팽대부릉정결석증, 체위알코올안진(2.3.1.2)[24, 53], 일부 중추체위안진에서 볼 수 있다. 전정증상 용어체계[21]와 일관성을 유지하기 위해, 머리동작 자체로 유발되는 안진과 중력에 대한 최종 머리 위치로 유발되는 안진을 구분하여 'positioning nystagmus'와 'positional nystagmus'로 나누지 않는다[156]. 체위검사(예: Dix-Hallpike 수기)를 시작할 때 환자의 머리를 움직이는 동안 잠깐 나타나는 정상 생리안진은 체위안진이 아니라 회전중안진(1.2)에 해당한다. 아래에서 다루는 유형 외에도 전정증상이나 자율신경증상을 동반하지 않는 저강도 체위안진이 정상인에게 나타날 수 있다.

이전 용어: positioning nystagmus

2.3.1.1 양성돌발두위안진(Benign paroxysmal positional nystagmus, BPPN)

양성돌발두위현훈(benign paroxysmal positional vertigo, 이하 BPPV)에서 나타나는 체위안진으로, 반고리관결석증(canalolithiasis) 또는 팽대부릉정결석증(cupulolithiasis)으로 발생한다.

추가 설명: 이 체위안진은 병변 반고리관의 평면에 수직인 축을 중심으로 회전해야 한다. 정의상 환자는 체위현훈 또는 체위어지럼을 경험한다[156]. 다만 일부 환자에서는 체위전정증상이 거의 없거나 경미할 수 있다. 이러한 경우에도 이석정복술(repositioning maneuver) 후 체위안진이 소실될 수 있다.

2.3.1.1.1 뒤반고리관 양성돌발두위안진 (Posterior semicircular canal BPPN)

양성돌발두위현훈에 의해 발생하는 체위안진으로, Dix-Hallpike 수기 또는 측와위 검사(Semont 진단 수기)에서 수 초의 잠복기 후 유발된다. 안진은 회선성분을 보이며 눈상극이 아래쪽 귀를 향해 회전하고 동시에 상향(이마 방향)으로 박동한다[156].

추가 설명: 시고정을 차단하지 않으면, 수직성분이 회선성분보다 더 잘 억제되기 때문에 안진이 주로 회선안진처럼

보일 수 있다. 또한 환자의 주시 방향에 따라 체위안진의 양상이 달라질 수 있다. 시선이 아래쪽 귀를 향하면 안진은 시축을 중심으로 한 회선성분이 우세하게 보이고, 위쪽 귀를 향하면 눈기준좌표계에서 수직성분이 우세하게 보인다[24]. 안와 내 눈 위치와 무관하게, 머리기준좌표계에서의 눈운동은 뒤반고리관 평면에 수직한 축을 중심으로 발생한다. 반고리관결석증(canalolithiasis) 형태에서는 체위안진의 강도가 빠르게 증가한 후 서서히 감소하는 점증-점감(crescendo-decrescendo) 양상을 보이며, 지속 시간은 보통 40초를 넘지 않는다[12]. 또한 환자가 직립 자세로 돌아온 뒤 잠시 방향이 역전될 수 있다. 드물게 팽대부릉정결석증(cupulolithiasis) 변형에서는 잠복기가 없거나 매우 짧으며, "반 Dix-Hallpike 수기(half Dix-Hallpike maneuver)"에서 가장 잘 유발되고 1분 이상 지속된다. 반 Dix-Hallpike 수기는 머리를 바로 누운 자세에서 약간 들어 올린 상태로 시행한다. 이 자세는 병변이 있는 팽대부릉정(cupula)를 중력에 대해 수평 위치로 두어 중력에 의해 최대한 편위되도록 하는데 적합하다[50, 78, 123].

2.3.1.1.2 수평반고리관 양성돌발두위안진(Horizontal semicircular canal BPPN)

양성돌발두위현훈에 의해 발생하는 체위안진으로, 누워머리돌리기검사(supine roll test)에서 잠복기가 없거나 매우 짧게 유발된다. 머리를 좌우로 돌리면, 안진은 수평 방향으로 방향이 바뀌며, 아래쪽 귀를 향해 박동하는 형태(향지성, geotropic형) 또는 위쪽 귀를 향해 박동하는 형태(원지성, apogeotropic형)로 나타난다[156].

추가 설명: 향지성 수평반고리관 양성돌발두위현훈은 주로 반고리관결석증(canalolithiasis)에 기인한다. 머리를 좌우로 돌릴 때 안진은 수평 방향으로 아래쪽 귀를 향해 박동하며, 소량의 회선 성분(안구 상극이 아래쪽 귀 방향으로 회전)을 동반할 수 있다. 지속 시간은 대개 약 1분 이내이며(범위 약 30-90초)[10], 병변 측으로 머리를 돌릴 때 강도가 더 크다. 다만 바로 누운 상태에서 머리를 더 크게, 더 빠르게 회전시킬수록 잠복기가 짧아지고 강도가 커질 수 있으므로[13, 145], 좌우 비교를 위해서는 머리 회전 각도와 가속도를 유사하게 유지하여야 한다. 직립 자세에서 머리를 90° 전굴("bow")하면 병변 측을 향하는 일시적 안진이 나타날 수 있으며, 반대로 위를 보거나 앉은 자세에서 뒤로 젖히는 동작("lean")을 하면 정상 측을 향하는 일시적 안진이 유발될 수 있다[36].

원지성 수평반고리관 양성돌발두위현훈은 일반적으로 팽대부릉정결석증(cupulolithiasis)에 기인하나, 수평반고리관 결석증에서도 나타날 수 있으며, 이 경우 supine roll test 도중 향지성(geotropic형)으로 빠르게 전환되기도 한다[54, 78, 124]. 이 형태에서는 머리를 좌우로 돌릴 때 안진이 위쪽 귀를 향해 수평으로 박동하며, 소량의 회선 성분(안구 상극이 위쪽 귀 방향으로 회전)을 동반할 수 있다. 일반적으로 약 30초에 걸쳐 서서히 강도가 증가한 뒤, 수분에 걸쳐 점차 감소한다[10, 15]. 대개 supine roll test에서 병변 반대측으로 머리를 돌릴 때 강도가 더 크다[31]. 따라서 좌우 비교를 위해 머리 회전 각도와 가속도를 동일하게 유지하여야 한다. 바로 누운 자세에서 병변 측을 향해 박동하는 약한 지속성 안진("lying down nystagmus")이 관찰될 수 있으며, 머리를 약간 병변 측으로 돌리면 소실된다[22]. 또한 직립 자세에서 가성자발안진(2.3.1.1.2.1)이 관찰될 수 있다.

2.3.1.1.2.1 가성자발안진(Pseudo-spontaneous nystagmus)

수평반고리관의 반고리관결석증 또는 팽대부릉정결석증에 의해 발생하는 체위안진으로, 직립 머리 위치에서 정면 주시 시 수평격동안진(jerk nystagmus) 형태로 나타나 자발안진처럼 보이는 경우를 말한다.

추가 설명: 가성자발안진은 직립 자세에서 수평반고리관이 중력에 대한 수평면과 약 30° 기울어져 있으며, 이로 인해 팽대부가 반고리관의 나머지 부분보다 상대적으로 높은 위치에 놓이게 되는 해부학적 특성에 기인한다[22, 41, 122]. 중력의 작용에 의해 반고리관 내에 떠 있는 이석(otoconia) 또는 팽대부에 부착된 이석이 팽대부를 편위시키고 수평안진을 유발한다. 안진의 방향은 이석의 위치와 병변 측, 그리고 팽대부 편위 방향에 따라 달라진다. 따라서 가성자발안진은 본질적으로 체위안진의 한 형태이나, 머리가

중립 위치에 있고 눈이 정면을 향한 상태에서 발생하기 때문에 수평자발말초전정안진(2.1.1.)과 유사하게 보인다. 일반적으로 원지성 양성돌발두위현훈에서는 병변 측을 향해 박동하며, 향지성 양성돌발두위현훈에서는 좌우 어느 쪽을 향할 수도 있다[106]. 가성자발안진은 머리를 약 30° 전굴하여 수평반고리관을 중력에 대해 수평 위치에 놓으면 소실되어야 하며, 더 전굴하면 방향이 역전되어야 한다.

2.3.1.1.3 앞반고리관 양성돌발두위안진(Anterior semicircular canal BPPN)

양성돌발두위현훈에 의해 발생하는 체위안진으로, Dix-Hallpike 수기 또는 머리를 곧게 아래로 떨어뜨린 자세(supine straight head-hanging position)에서 즉시 또는 1초 또는 수 초의 잠복기 후 유발된다. 안진은 주로 하향으로 박동하며, 소량의 회선 성분을 동반하는데, 이때 안구 상극은 병변 측 귀를 향해 회전한다[10, 156].

추가 설명: 앞반고리관을 침범한 반고리관결석증은 드문 양성돌발두위현훈 변형으로, 중추체위안진(2.3.1.3.)과 감별하여야 하며, 체위 검사에서의 지속 시간은 1분을 넘지 않아야 한다. 이 형태는 때때로 뒤반고리관 양성돌발두위현훈의 원지성(apogeotropic) 아형으로 나타날 수 있다[154].

2.3.1.2 기타말초체위안진(Other forms of peripheral vestibular positional nystagmus)

양성돌발두위현훈 이외의 말초전정질환에 의해 발생하는 체위안진을 말한다.

추가 설명: 알코올(또는 내림프와 비중이 다른 물질)을 섭취하면 수평체위안진이 발생할 수 있다. 부력 가설(buoyancy hypothesis)에 따르면, 비중이 다른 물질이 팽대부와 내림프로 확산·이동하는 속도가 서로 달라 일시적인 밀도 차이가 형성되고, 이에 따라 중력 의존적인 팽대부 편위가 발생한다. 알코올 섭취 초기에는 팽대부가 주변 내림프보다 상대적으로 가벼워져 향지성 수평 *체위안진*이 나타난다. 반대로, 알코올이 대사되는 과정에서는 팽대부가 상대적으로 무거워져 원지성 안진이 발생한다[24].

이 외에도 전정발작성(전정와우신경의 신경혈관 교차 압박)[25, 74], 전정신경초종[147], Ménière 병[101], vestibular atelectasis[162] 등 일부 말초 전정 질환에서도 체위안진이 드물게 보고된다. 이러한 경우에는 동반 증상과 징후를 종합하여 양성돌발두위현훈과 감별하여야 한다.

체위하향안진은 특히 중추 원인일 가능성이 높다[18, 19]. 다만, 안구 상극이 병변 측 귀를 향하는 소량의 회선 성분이 동반되는 경우에는 앞반고리관 양성돌발두위안진(2.3.1.1.3.)을 시사할 수 있다[10].

중추수평체위안진(특히 원지성)은 침상 검사에서 수평반고리관 양성돌발두위현훈의 안진과 구별하기 어려운 경우가 있다[19, 31, 83, 91]. 그러나 중추체위안진에서는 안진의 강도가 초기부터 최고치에 도달한 뒤 시간이 지남에 따라 지수적으로 감소하는 경향이 있으며[32], 이는 수평반고리관 팽대부 결석증에서처럼 10-20초에 걸쳐 점차 증가한 뒤 서서히 감소하는 양상과는 다르다[15]. 시고정을 제거하면, 원지성 중추체위안진 환자에서는 앉은 자세와 바로 누운 자세 모두에서 유사한 저강도 수평중추전정안진이 동반되는 경우가 많다. 누운 자세에서 안진의 방향을 평가할 때, supine roll test에서 아래쪽 귀를 향한 자세(ear-down position)에서 유발되는 원지성 안진은, 동일한 방향으로 지속되면 동측성(ipsiversive)이라 하고, 반대 방향으로 나타나면 반대측성(contraversive)이라고 한다. 원지성 수평반고리관 양성돌발두위안진(2.3.1.1.2)과 달리, 원지성 중추체위안진에서는 우측 귀 아래 자세와 좌측 귀 아래 자세에서 안진의 강도가 대체로 유사하다[31].

2.3.2 두진후안진(Headshaking-induced nystagmus)

반복적인 두진 후에 유발되어 나타나는 안진을 말한다.

추가 설명: 두진후안진은 보통 직립 자세에서 환자의 머리를 수평 방향으로 약 2 Hz의 속도로 강하게 약 20회 왕복 흔든 뒤 갑자기 멈추고 격동안진(jerk nystagmus)의 발생 여부를 관찰하여 유발한다[30]. 이때 수평반고리관을 머리 회전 평면과 일치시키기 위해 머리를 약 30° 전굴한 상태에서 시행하는 것이 바람직하다. 검사자가 머리를 좌우로 왕복시키는 대신 원형 또는 타원형으로 움직이면, 두진후안진이 아니라 회전 후 안진(1.3.)이 유발된다[72]. 두진후안진은 단

상(monophasic)일 수 있으며, 일측 억제형 전정 병변에서는 대개 정상측을 향해 박동한다. 때로는 첫 번째 박동 후 전정 기능저하 측을 향하는 약한 두 번째 박동이 나타나며, 이 경우 느린 감쇠를 보인다[67, 88]. 수직방향으로 머리를 흔들 경우, 뒤반고리관의 활성화로 인해 수평 성분을 포함한 안진이 전정 기능저하 측을 향해 나타날 수 있다. 두진후안진은 중추전정질환에서도 발생할 수 있으며, 이 경우 병변 측을 향해 박동하거나, 빠르게 방향이 역전되거나, 교차결합안진(2.3.3.)의 형태로 나타날 수 있다[75].

권장하지 않는 용어: post-headshaking nystagmus; headshaking nystagmus

2.3.3 교차결합안진(Cross-coupled nystagmus)

온도 자극, 머리 회전 또는 머리 흔들기 이후 자극된 평면과 다른 평면에서 발생하는 안진을 말한다.

추가 설명: 교차결합안진은 주로 중추전정병변이 있는 경우, 수평반고리관 자극 후 수직성(대개 하향안진) 형태로 나타난다[75, 93, 158].

이전 용어: perverted nystagmus

2.3.4 소리유발안진(Sound-induced nystagmus)

청각 자극에 의해 유발되는 안진을 말한다.

추가 설명: 소리유발안진은 위반고리관결손증후군(superior canal dehiscence syndrome)에서 가장 흔히 관찰되며[116], 이 경우 안진의 궤적은 병변이 있는 반고리관 평면과 일치한다[39]. 소리 자극의 빈도와 강도, 그리고 자극이 가해진 귀의 측면을 명확히 기록하여야 한다. 소리유발안진은 외부 음원에 의해 유발될 수도 있고, 노래하거나 허밍할 때와 같이 환자 자신의 음성에 의해 유발될 수도 있다. 후자의 경우에는 fremitus nystagmus라는 용어가 제안된 바 있다[65].

이전 용어: Tullio phenomenon

2.3.5 Valsalva유발안진(Valsalva-induced nystagmus)

두개내 압력 또는 중이 압력을 증가시키는 신체 동작에 의해 유발되는 안진을 말한다.

추가 설명: Valsalva 유발안진은 위반고리관결손 증후군에서 가장 흔히 관찰된다[116]. 성문을 닫은 상태에서 흉강 내 압력을 상승시켜 두개내 정맥 환류를 감소시키는 동작(성문 발살바 수기, glottic Valsalva)에는 기침, 재채기, 힘주기, 무거운 물건 들기 등이 포함된다. 반면, 코를 막고 시행하는 Valsalva(nose-pinched Valsalva)는 흉강 내 압력의 유의한 변화 없이 공기를 직접 중이강으로 밀어 넣는다. 안진이 glottic Valsalva, nose-pinched Valsalva, 또는 두 가지 모두에 의해 유발되는지, 그리고 각각의 경우 안진의 방향이 어떠한지를 명시하여야 한다. 공기이경검사(pneumatic otoscopy) 또는 공기주입(insufflation)과 같은 외인성(extrinsic) 압력 변화에 의해 유발되는 안진은 압력유발안진(2.3.6.)으로 분류한다.

2.3.6 압력유발안진(Pressure-induced nystagmus)

공기이경검사에 의한 공기주입(insufflation)이나 이주압박(tragal compression)과 같은 외인성 압력 변화에 의해 유발되는 안진을 말한다.

추가 설명: 외이 압력 변화가 고막을 통해 중이 및 내이로 전달될 수 있는 상태에서 안진이 발생한다. 대표적으로 위반고리관결손증후군에서는 병변이 있는 반고리관 평면에 해당하는 궤적으로 안진이 나타난다. 외이도에 가해진 양압 또는 음압 중 어떤 압력 변화에 의해 안진이 유발되는지 명시하여야 한다. 두개내 압력 또는 중이 압력을 증가시키는 신체 동작에 의해 유발되는 안진은 Valsalva 유발안진(2.3.5.)으로 분류한다.

이전 용어: Hennebert 징후

권장하지 않는 용어: fistula test

2.3.7 진동유발안진(Vibration-induced nystagmus)

머리 또는 목에 가한 진동 자극에 의해 유발되는 안진을 말한다.

추가 설명: 일반적으로 손에 쥐는 진동기를 머리(주로 유양돌기와 정수리) 또는 목(주로 흉쇄유돌근)에 약 10초간 단단히 접촉시킨 후, 시각 고정을 차단한 상태에서 안진 발생 여부를 관찰한다. 진동유발안진은 일측전정기능상실에서 가장 흔히 나타난다[30, 46]. 진동기를 적용한 위치와 각 자

극에 따른 안진의 방향을 기록하여야 한다.

2.3.8 과호흡유발안진(Hyperventilation-induced nystagmus)

과호흡에 의해 유발되는 안진을 말한다.

추가 설명: 과호흡은 일부 중추 또는 말초 전정 질환에서 안진을 유발할 수 있다[30, 34, 115, 159]. 청력 저하 또는 전정기능저하가 있는 측을 향해 박동하는 과호흡유발안진은 소뇌교각 종양의 가능성을 시사할 수 있다[34]. 검사 시에는 환자에게 30-90초 동안 입으로 빠르고 깊게 반복 호흡하도록 지시하고, 시각 고정을 차단한 상태에서 안진 발생 여부를 관찰한다.

2.3.9 원활추종유발안진(Pursuit-induced nystagmus)

움직이는 목표물을 원활추종운동으로 따라갈 때, 추종운동과 다른 평면에서 발생하는 안진을 말한다.

추가 설명: 중간소뇌각(middle cerebellar peduncle)의 해면혈관종(cavernous angioma) 병변에서 수직 원활추종운동 중 회선안진이 발생한 사례가 보고된 바 있다[60]. 이러한 안진은 수직 원활추종 경로의 비대칭 손상으로 인해 발생하며, 해당 경로가 미로(수직 반고리관) 좌표계에 부호화되어 있다는 가설로 설명된다. 원활추종유발안진은 원활추종운동장애 시 발생하는 신속보기 붕괴(saccadic breakdown)와는 구별된다. 신속보기 붕괴에서는 신속보기가 움직이는 목표 자극과 같은 평면 및 같은 방향으로 나타난다.

3. 안진유사눈운동(Nystagmus-like movements)

일부 진동성(oscillatory) 눈운동은 안진과 유사하게 보일 수 있으나, 실제로는 신속보기침입(saccadic intrusions)이거나 분류가 명확하지 않은 경우에 해당한다.

3.1 신속보기침입 및 진동(Saccadic intrusions and oscillations)

고정을 유지하려는 상황에서 목표로부터 눈을 벗어나게 하는 부적절한 신속보기를 말한다.

추가 설명: 정상적으로는 안정된 시각 고정 동안 신속보기는 억제된다. 신속보기침입은 새로운 시각자극이 나타났을 때 반사적으로 발생하는 과도한 주의 전환(excessive distractibility)과는 구별하여야 한다. 후자의 경우에는 행동적으로 무관한 새로운 자극에 의해 부적절한 반사성 신속보기가 유발된다. 신속보기침입의 범위는 정상인에서 관찰되는 작은 사각파에서부터, 병적이고 큰 신속보기진동인 눈된떨림(ocular flutter) 및 눈간대경련(opsoclonus)에 이르기까지 다양하다[110]. 특히 눈된떨림과 눈간대경련은 부종양성 또는 감염 후 뇌염과의 강한 연관성 때문에 안진 및 기타 진동 운동과 감별하는 것이 임상적으로 중요하다[59, 97].

3.1.1 사각파된떨림(Square-wave jerks)

고정 위치에서 눈을 벗어나게 하는 작은 수평 동향성 신속보기(대개 2도 미만)가 한 쌍으로 나타난 뒤, 약 200-400 ms의 간격을 두고 다시 고정 위치로 되돌아오는 현상을 말한다.

추가 설명: 사각파된떨림은 연속적으로 나타나는 경우가 많으며 정상인에서도 흔히 관찰된다. 다만 고령에서는 빈도가 증가하거나 진폭이 커질 수 있다. 일부 소뇌, 뇌간 또는 대뇌반구 질환에서는 2 Hz 미만의 빈도로 거의 연속적으로 나타날 수 있으며, 이 경우 사각파된떨림(square-wave oscillations)이라고 부르기도 한다. 큰 사각파된떨림(macrosquare-wave jerks)은 진폭이 큰(대개 5도 이상) 2-3 Hz의 신속보기진동으로, 약 70-150 ms의 신속보기 사이 간격을 가지며 다양한 진폭의 군집 형태로 나타난다.

3.1.2 큰신속보기진동(Macrosaccadic oscillations)

고정점을 중심으로 나타나는 진동으로, 신속보기 과대측정(saccadic hypermetria)에 의해 발생한다. 일반적으로 수평 신속보기가 연속적으로 나타나면서 진폭이 점차 증가했다가 감소하며, 신속보기 간 간격은 약 200 ms이다.

추가 설명: 큰신속보기진동은 일차 신속보기와 교정 신속보기가 과도하게 과대측정되어 목표를 반복적으로 지나치며 고정점을 중심으로 진동하는 신속보기 이상을 반영한다. 이는 주로 소뇌의 꼭지핵(fastigial nucleus) 또는 상소뇌각(superior cerebellar peduncle)을 통한 그 출력 경로의 병

변과 연관된다.

3.1.3 신속보기파(Saccadic pulses)

안정된 고정 중 의도하지 않은 신속보기에 의해 고정 위치에서 벗어나는 짧은 침입 현상을 말하며, 때로는 즉각적인 원위치로의 표류가 뒤따른다.

추가 설명: 단일신속보기 파(single saccadic pulse)는 원래 위치로의 표류를 동반하는데, 이는 단계신호(step signal)의 결여(즉, pulse-step 불일치)를 시사한다[102]. 이중 신속보기파(double saccadic pulses)은 고정 위치에서 벗어나는 초기 신속보기 직후 곧바로 고정 위치로 되돌아오는 신속보기가 이어지는 형태이다[7, 94]. 신속보기 파는 연속적으로 나타나거나 방향이 교대로 바뀌며 나타날 수도 있다.

3.1.4 눈된떨림(Ocular flutter)

신속보기 간 간격이 없이 나타나는 동향성 수평 신속보기의 간헐적 군집으로, 흔히 자발적 신속보기 이후에 시작된다.

추가 설명: 진동 빈도는 대개 10-25 Hz이며, 작은 진폭일수록 더 높은 빈도를 보인다. 매우 작은 경우(microflutter)에는 검안경이나 안구기록 장치를 통해서만 관찰될 수 있다.

3.1.5 눈간대경련(Opsoclonus)

신속보기 간 간격 없이 나타나는 동향성 다방향(수평, 수직, 회선) 신속보기진동으로, 안정된 고정을 방해한다.

추가 설명: 진폭이 크며, 원활추종운동, 눈모음, 눈깜박임, 눈꺼풀 폐쇄, 수면 중에도 지속될 수 있다.

3.1.6 수의신속보기진동(Voluntary saccadic oscillations)

수의간대경련(voluntary flutter) 또는 수의안진(voluntary nystagmus)이라고도 불리며, 일부 정상인은 의도적으로 동향성 고빈도 신속보기진동을 유발할 수 있다. 대개 수평 평면에 국한된다.

추가 설명: 이와 동일한 형태의 신속보기진동이 기능성 장애로 "비의도로" 나타나는 경우도 있으며, 원활추종운동에 겹쳐 나타날 수 있다. 이러한 진동은 병적 눈된떨림(pathologic ocular flutter)과 구별할 수 있는데, 일반적으로 지속적이지 않고, 모임(및 동공 수축), 안면 찡그림, 눈꺼풀 떨림을 동반하는 경우가 많기 때문이다.

권장하지 않는 용어: Voluntary nystagmus(느린성분이 없으므로 엄밀히 안진으로 분류하지 않음) 및 psychogenic flutter

3.2 기타안진유사눈운동(Other nystagmus-like movements)

일부 진동눈운동은 단순한 신속보기 운동만으로 설명되지 않으며, 격동안진(jerk nystagmus) 또는 시계추안진의 엄밀한 정의에도 부합하지 않는다.

3.2.1 눈모음-후퇴안진(Convergence-retraction nystagmus)

상방 신속보기 또는 빠른성분이 눈모음(convergence) 운동이나 안구 후퇴(retraction)로 대체되거나, 둘이 동시에 나타나는 눈운동 이상을 말한다.

추가 설명: 눈모음-후퇴안진은 거의 항상 후맞교차(posterior commissure) 부위의 배측 중뇌 병변과 연관되며, 상방주시장애를 동반한다. 환자에게 자발적인 상방 신속보기를 시도하게 하거나, 아래로 움직이는 시운동 드럼 또는 테이프를 추적하도록 하면 빠른상방 눈모음 또는 후퇴 운동(retraction)이 유발된다. 후퇴 운동(retraction)은 환자를 측면에서 관찰할 때 가장 잘 확인할 수 있다. 이러한 눈모음 운동이 비정상적인 상호 길항 내전 신속보기(abnormal opposed adducting saccades)인지, 이향운동(vergence) 기전의 장애인지, 또는 두 기전이 모두 관여하는지는 아직 명확하지 않다[125, 131]. 형태상 격동안진(jerk nystagmus)과 유사해 보일 수 있으나, 엄밀한 의미의 격동안진(jerk nystagmus)은 아니다. 급성 폐쇄성수두증에서 관찰되는 *pretectal pseudobobbing*은 눈모음안진의 한 형태로 간주될 수 있다. 이는 약 0.3-2 Hz의 빈도로 눈을 하방 및 내측으로 빠르게 이동시키는 비율동성 운동이 나타난 뒤, 느리게 중심 위치로 복귀하는 양상을 보인다[90].

3.2.2 영아두진증에서의 안구진동(Ocular oscillations

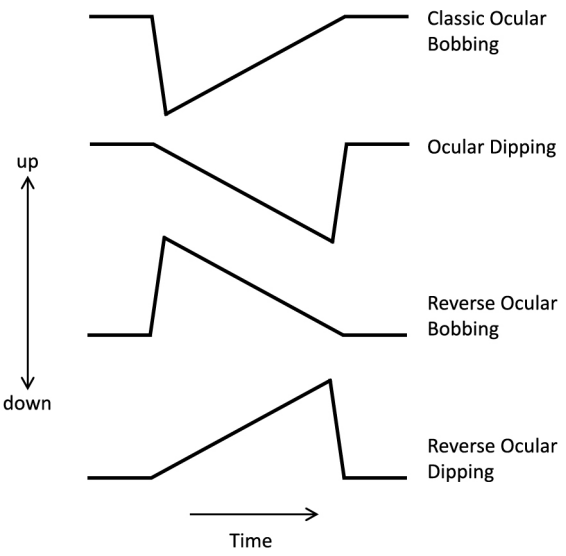


그림 4. 눈찌운동(ocular bobbing) 및 그 변형의 파형을 도식적으로 요약한 그림. Leigh와 Zee [109]에서 수정하여 인용함.

in spasmus nutans)

영아두진증(spasmus nutans)에 의해 발생하는, 간헐적이고 진폭이 작으며 빈도가 높은(주로 수평) 시계추성 안구진동으로, 양안 사이의 진폭과 위상 관계가 서로 다를 수 있다.

추가 설명: 이러한 "떨림성 진동(shimmering oscillations)"은 대개 생후 첫해에 시작되며, 불규칙한 머리 끄덕임과 비정상적인 머리 자세를 포함하는 영아기 삼징(triad)의 일부로 나타난다. 이후 수년 내에 소실되는 경우가 많다. 영아두진증은 간헐적 양상, 수직 성분의 존재, 높은 빈도, 해리성 특징 등을 통해 영아안진이나 잠복안진과 구별할 수 있다.

3.2.3 눈찌운동 및 그 변형(Ocular bobbing and its variants)

의식 저하 상태의 환자에서 여러 형태의 자발적 눈운동이 관찰될 수 있다(그림 4). 이들 운동은 병태생리가 다른 자발 격동안진(jerk nystagmus)과는 다를 수 있으나, 파형상 느린성분과 빠른성분을 모두 포함하며, 서로 유사한 빈도와 진폭을 보인다.

추가 설명:

- *전형적 눈찌운동(classic ocular bobbing)*은 간헐적으로 나타나는, 대개 동향성의 빠른 하향 눈운동에 이어 느린 속도로 정면 위치로 복귀하는 형태이다. 반사적 수평 눈운동은 대개 소실되어 있다. 전형적 눈찌운동은 교뇌 내 출혈이나 외부 압박과 같은 교뇌의 내재병변을 시사하는 경우가 많다.
- *눈담금질운동(ocular dipping)*은 간헐적으로 나타나는, 대개 동향성의 느린 하향 눈운동에 이어 빠르게 정면 위치로 복귀하는 형태이다.
- *역눈찌운동(reverse ocular bobbing)*은 간헐적으로 나타나는, 대개 동향성의 빠른 상향 눈운동에 이어 느린 속도로 정면 위치로 복귀하는 형태이다.
- *역눈담금질운동(reverse ocular dipping)*은 간헐적으로 나타나는, 대개 동향성의 느린 상향 눈운동에 이어 빠르게 정면 위치로 복귀하는 형태이다.

눈찌운동과 역눈찌운동은 단일 신속보기 파(single saccadic pulse)의 한 형태로 간주될 수 있다[140].

이전 용어:

- *눈담금질운동(ocular dipping)의 이전 용어:* inverse ocular bobbing
- *역눈담금질운동(reverse ocular dipping)의 이전 용어:* converse bobbing

3.2.4 상사근잔떨림(Superior oblique myokymia)

활차신경의 비정상적인 방전에 의해 발생하는, 작은 진폭의 불규칙하고 고빈도의 단안성 진동이 군집 형태로 나타나는 상태를 말한다.

추가 설명: 눈운동 기록에 따르면, 초기에는 내회선과 하강 운동이 나타난 뒤, 이어서 불규칙한 작은 진동이 관찰된다[108]. 이러한 미세 진동은 발작 시 검안경 검사 또는 결막 혈관을 면밀히 관찰할 때에만 확인될 수 있다.

3.2.5 핑퐁주시(Ping-pong gaze)

수 초 간격으로 좌우로 교대로 나타나는, 느리고 지속적인 수평 동향성 주시편위를 말한다[58, 79].

추가 설명: 핑퐁주시는 대개 심한 양측 대뇌반구 기능장애가 있는 의식저하 환자에서 관찰되나, 상구(colliculus) 경색에서도 보고된 바 있다[117]. 깊은 혼수 상태에서는 부드러운 연속 운동으로 보일 수 있으며, 의식 수준이 더 높은 환

자에서는 작은 신속보기가 다수 포함된 형태로 나타날 수 있다[84, 142]. 약 0.25 Hz의 낮은 빈도를 보이며, 이는 시계추 안진으로 분류하기에는 지나치게 낮은 빈도이다. 핑퐁주시는 약 2분 간격으로 좌우로 교대되는 수평 동향성 주시편위인 *주기교대주시편위*(2.1.2.1.2.)와 구별하여야 한다[136].

권장하지 않는 용어: ocular clonus(세로토닌 독성의 진단 기준에서 사용된 용어이나[47], 실제로는 핑퐁주시를 지칭하는 것으로 보인다[51, 77, 128].)

3.2.6 시계추가성안진(Pendular pseudonystagmus)

머리 떨림(head tremor)과 전정 기능저하가 결합되어 발생하는 시계추성 안구 진동을 말한다.

추가 설명: 시계추가성안진은 머리 떨림에 따른 진동머리 움직임 동안 시선을 안정화시키지 못하는 불충분한 전정안반사로 인해 발생한다. 환자는 진동시(oscillopsia)를 경험할 수 있다. 안진은 실제로 존재하지 않지만, 검안경 검사 시 시신경유두가 진동하는 것처럼 보이기 때문에 검사자가 시계추안진으로 오인할 수 있다. 이는 머리를 고정하면 사라지기 때문에 "가성" 안진이라 한다. 다발경화증과 같은 중추 전정 질환이나 양측 말초 전정기능저하 환자에서 발생할 수 있다[27, 137].

참고문헌

[1] Nystagmus, in: *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1994, pp. 1164.

[2] Committee for the Classification of Eye Movement Abnormalities and Strabismus (CEMAS) Workshop, in: *A Classification of Eye Movement Abnormalities and Strabismus (CEMAS)*, National Eye Institute, 2003. Accessed 23 January 2017. https://www.nei.nih.gov/sites/default/files/nei-pdfs/cemas.pdf

[3] Nystagmus, in: *The American Heritage Dictionary of the English Language*, Houghton Mifflin Harcourt, 2011.

[4] Nystagmus, in: *Merriam-Webster Online Edition*, Merriam-Webster, Inc., 2013. Accessed 31 August 2013. www.merriam-webster.com/dictionary/nystagmus

[5] Nystagmus, in: *Oxford Dictionaries*, Oxford University Press, 2013.

[6] Bárány Society initiative for the establishment of the International Classification of Vestibular Disorders (ICVD), Journal of Vestibular Research, 2014. Accessed 26 January 2017. http://www.jvr-web.org/images/InstructionsforICVDsubcommittees_as_of_19Oct2014.pdf

[7] R.V. Abadi and E. Gowen, Characteristics of saccadic intrusions, *Vision research* **44** (2004), 2675 – 2690.

[8] L.A. Abel, L. Parker, R.B. Daroff and L.F. Dell'Osso, End-point nystagmus, *Investigative ophthalmology & visual science* **17** (1978), 539 – 544.

[9] L.A. Abel, S. Traccis, L.F. Dell'Osso and C.F. Ansevin, Variable waveforms in downbeat nystagmus imply short-term gain changes, *Annals of Neurology* **13** (1983), 616 – 620.

[10] S.T. Aw, M.J. Todd, G.E. Aw, L.A. McGarvie and G.M. Halmagyi, Benign positional nystagmus: A study of its three-dimensional spatio-temporal characteristics, *Neurology* **64** (2005), 1897 – 1905.

[11] B. Baier and M. Dieterich, Incidence and anatomy of gaze-evoked nystagmus in patients with cerebellar lesions, *Neurology* **76** (2011), 361 – 365.

[12] R.W. Baloh, V. Honrubia and K. Jacobson, Benign positional vertigo: Clinical and oculographic features in 240 cases, *Neurology* **37** (1987), 371 – 378.

[13] R.W. Baloh, K. Jacobson and V. Honrubia, Horizontal semicircular canal variant of benign positional vertigo, *Neurology* **43** (1993), 2542 – 2549.

[14] R.W. Baloh, R.D. Yee and V. Honrubia, Eye movements in patients with Wallenberg's syndrome, *Annals of the New York Academy of Sciences* **374** (1981), 600 – 613.

[15] R.W. Baloh, Q. Yue, K.M. Jacobson and V. Honrubia, Persistent direction-changing positional nystagmus: Another variant of benign positional nystagmus? *Neurology* **45** (1995), 1297 – 1301.

[16] J. Barton, Overview of Nystagmus, in: *UpToDate*, P. Brazis ed., Wolters Kluwer Health, 2013. Accessed 4 October 2013.

[17] J.J. Barton and J.A. Sharpe, Oscillopsia and horizontal nystagmus with accelerating slow phases following lumbar puncture in the Arnold-Chiari malformation, *Annals of Neurology* **33** (1993), 418 – 421.

[18] P. Bertholon, A.M. Bronstein, R.A. Davies, P. Rudge and K.V. Thilo, Positional down beating nystagmus in 50 patients: Cerebellar disorders and possible anterior semicircular canalithiasis, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* **72** (2002), 366 – 372.

[19] P. Bertholon, S. Tringali, M.B. Faye, J.C. Antoine and C. Martin, Prospective study of positional nystagmus in 100 consecutive patients, *Ann Otol Rhinol Laryngol* **115** (2006), 587 – 594.

[20] N. Bhattacharyya, R.F. Baugh, L. Orvidas, D. Barrs, L.J. Bronston, S. Cass, A.A. Chalian, A.L. Desmond, J.M. Earll, T.D. Fife, D.C. Fuller, J.O. Judge, N.R. Mann, R.M. Rosenfeld, L.T. Schuring, R.W. Steiner, S.L. Whitney and J. Haidari, Clinical practice guideline: Benign paroxysmal positional vertigo, *Otolaryngology –head and neck surgery : Official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* **139** (2008), S47 – 81.

[21] A. Bisdorff, M. Von Brevern, T. Lempert and D.E. Newman-Toker, Classification of vestibular symptoms: Towards an international classification of vestibular disorders, *Journal of Vestibular Research : Equilibrium & Orientation* **19** (2009), 1 – 13.

[22] A.R. Bisdorff and D. Debatisse, Localizing signs in

positional vertigo due to lateral canal cupulolithiasis, *Neurology* **57** (2001), 1085 – 1088.
[23] A.R. Bisdorff, J.P. Staab and D.E. Newman-Toker, Overview of the International Classification of Vestibular Disorders, *Neurologic Clinics* **33** (2015), 541 – 550, vii.
[24] T. Brandt, Positional and positioning vertigo and nystagmus, *J Neurol Sci* **95** (1990), 3 – 28.
[25] T. Brandt, M. Strupp and M. Dieterich, Vestibular paroxysmia: A treatable neurovascular cross-compression syndrome, *Journal of Neurology* **263**(Suppl 1) (2016), S90 – 96.
[26] M.C. Brodsky, Visuo-vestibular eye movements: Infantile strabismus in 3 dimensions, *Archives of Ophthalmology* **123** (2005), 837 – 842.
[27] A.M. Bronstein, M.A. Gresty and S.S. Mossman, Pendular pseudonystagmus arising as a combination of head tremor and vestibular failure, *Neurology* **42** (1992), 1527 – 1531.
[28] U. Buttner, C. Helmchen and T. Brandt, Diagnostic criteria for central versus peripheral positioning nystagmus and vertigo: A review, *Acta Oto-laryngologica* **119** (1999), 1 – 5.
[29] M.B. Chang, A.P. Bath and J.A. Rutka, Are all atypical positional nystagmus patterns reflective of central pathology? *J Otolaryngol* **30** (2001), 280 – 282.
[30] M. Cherchi and T. Hain, Provocative maneuvers for vestibular disorders, in: *Vertigo and Imbalance: Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*, S. Eggers and D. Zee eds., Elsevier, Amsterdam, 2010, pp. 111 – 134.
[31] J.Y. Choi, S. Glasauer, J.H. Kim, D.S. Zee and J.S. Kim, Characteristics and mechanism of apogeotropic central positional nystagmus, *Brain : A Journal of Neurology* **141**(3) (2018), 762 – 775. doi: 10.1093/brain/awx381
[32] J.Y. Choi, J.H. Kim, H.J. Kim, S. Glasauer and J.S. Kim, Central paroxysmal positional nystagmus: Characteristics and possible mechanisms, *Neurology* **84** (2015), 2238 – 2246.
[33] K.D. Choi, D.S. Jung, K.P. Park, J.W. Jo and J.S. Kim, Bowtie and upbeat nystagmus evolving into hemi-seesaw nystagmus in medial medullary infarction: Possible anatomic mechanisms, *Neurology* **62** (2004), 663 – 665.
[34] K.D. Choi, J.S. Kim, H.J. Kim, J.W. Koo, J.H. Kim, C.Y. Kim, C.W. Oh and H.J. Kee, Hyperventilation-induced nystagmus in peripheral vestibulopathy and cerebellopontine angle tumor, *Neurology* **69** (2007), 1050 – 1059.
[35] K.D. Choi, H.K. Shin, J.S. Kim, S.H. Kim, J.H. Choi, H.J. Kim and D.S. Zee, Variants of windmill nystagmus, *Journal of Neurology* **263** (2016), 1375 – 1381.
[36] Y.H. Choung, Y.R. Shin, H. Kahng, K. Park and S.J. Choi, 'Bow and lean test' to determine the affected ear of horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo, *Laryngoscope* **116** (2006), 1776 – 1781.
[37] B. Cohen, J.I. Suzuki and M.B. Bender, Eye Movements from Semicircular Canal Nerve Stimulation in the Cat, *Ann Otol Rhinol Laryngol* **73** (1964), 153 – 169.
[38] P.D. Cremer, A.A. Migliaccio, D.V. Pohl, I.S. Curthoys, L. Davies, R.A. Yavor and G.M. Halmagyi, Posterior semicircular canal nystagmus is conjugate and its axis is parallel to that of the canal, *Neurology* **54** (2000), 2016 – 2020.
[39] P.D. Cremer, L.B. Minor, J.P. Carey and C.C. Della Santina, Eye movements in patients with superior canal dehiscence syndrome align with the abnormal canal, *Neurology* **55** (2000), 1833 – 1841.
[40] R.B. Daroff, See-Saw Nystagmus, *Neurology* **15** (1965), 874 – 877.
[41] A. De Stefano, G. Kulamarva, L. Citraro, G. Neri and A. Croce, Spontaneous nystagmus in benign paroxysmal positional vertigo, *American Journal of Otolaryngology* **32** (2011), 185 – 189.
[42] L.F. Dell'Osso and R.B. Daroff, Two additional scenarios for see-saw nystagmus: Achiasma and hemichiasma, *Journal of Neuro-Ophthalmology : The Official Journal of the North American Neuro-Ophthalmology Society* **18** (1998), 112 – 113.
[43] C.C. Della Santina, V. Potyagaylo, A.A. Migliaccio, L.B. Minor and J.P. Carey, Orientation of human semicircular canals measured by three-dimensional multiplanar CT reconstruction, *J Assoc Res Otolaryngol* **6** (2005), 191 – 206.
[44] A. Deutschlander, K. Jahn, M. Strupp and T. Brandt, Pulse-synchronous rotational and vertical pendular eye movements in superior canal dehiscence syndrome, *European Journal of Neurology : The Official Journal of the European Federation of Neurological Societies* **14** (2007), e29.
[45] M.J. Doslak, L.F. Dell'Osso and R.B. Daroff, A model of Alexander's law of vestibular nystagmus, *Biol Cybern* **34** (1979), 181 – 186.
[46] G. Dumas, A. Karkas, P. Perrin, K. Chahine and S. Schmerber, High-frequency skull vibration-induced nystagmus test in partial vestibular lesions, *Otol Neurotol* **32** (2011), 1291 – 1301.
[47] E.J. Dunkley, G.K. Isbister, D. Sibbritt, A.H. Dawson and I.M. Whyte, The Hunter Serotonin Toxicity Criteria: Simple and accurate diagnostic decision rules for serotonin toxicity, *QJM* **96** (2003), 635 – 642.
[48] S.D. Eggers, S.J. Pittock, N.T. Shepard, T.M. Habermann, B.A. Neff and R.R. Klebig, Positional periodic alternating vertical nystagmus with PCA-Tr antibodies in Hodgkin lymphoma, *Neurology* **78** (2012), 1800 – 1802.
[49] M. Eizenman, P. Cheng, J.A. Sharpe and R.C. Frecker, End-point nystagmus and ocular drift: An experimental and theoretical study, *Vision Research* **30** (1990), 863 – 877.
[50] J.M. Epley, Human experience with canalith repositioning maneuvers, *Annals of the New York Academy of Sciences* **942** (2001), 179 – 191.
[51] J.L. Erich, R.D. Shih and R.E. O'Connor, "Ping-pong" gaze in severe monoamine oxidase inhibitor toxicity, *J Emerg Med* **13** (1995), 653 – 655.
[52] M. Fetter and J. Dichgans, Vestibular neuritis spares the inferior division of the vestibular nerve, *Brain : A Journal of Neurology* **119 (Pt 3)** (1996), 755 – 763.
[53] M. Fetter, T. Haslwanter, M. Bork and J. Dichgans, New insights into positional alcohol nystagmus using three-dimensional eye-movement analysis, *Annals of Neurology* **45** (1999), 216 – 223.
[54] T.D. Fife, Recognition and management of horizontal canal

benign positional vertigo, *Am J Otol* **19** (1998), 345 – 351.
[55] T.D. Fife, D.J. Iverson, T. Lempert, J.M. Furman, R.W. Baloh, R.J. Tusa, T.C. Hain, S. Herdman, M.J. Morrow and G.S. Gronseth, Practice parameter: Therapies for benign paroxysmal positional vertigo (an evidence-based review): Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology, *Neurology* **70** (2008), 2067 – 2074.
[56] T.D. Fife, R.J. Tusa, J.M. Furman, D.S. Zee, E. Frohman, R.W. Baloh, T. Hain, J. Goebel, J. Demer and L. Eviatar, Assessment: Vestibular testing techniques in adults and children: Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology, *Neurology* **55** (2000), 1431 – 1441.
[57] A. Fisher, M. Gresty, B. Chambers and P. Rudge, Primary position upbeating nystagmus. A variety of central positional nystagmus, *Brain : A Journal of Neurology* **106 (Pt 4)** (1983), 949 – 964.
[58] C.M. Fisher, Some neuro-ophthalmological observations, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* **30** (1967), 383 – 392.
[59] P.G. Fisher, D.S. Wechsler and H.S. Singer, Anti-Hu antibody in a neuroblastoma-associated paraneoplastic syndrome, *Pediatr Neurol* **10** (1994), 309 – 312.
[60] E.J. FitzGibbon, P.C. Calvert, M. Dieterich, T. Brandt and D.S. Zee, Torsional nystagmus during vertical pursuit, *Journal of neuro-ophthalmology : The official journal of the North American Neuro-Ophthalmology Society* **16** (1996), 79 – 90.
[61] P.W. Flint, *Cummings otolaryngology −head & neck surgery*, Elsevier/Saunders, Philadelphia, PA, 2015.
[62] J.M. Furman, P.K. Crumrine and O.M. Reinmuth, Epileptic nystagmus, *Annals of Neurology* **27** (1990), 686 – 688.
[63] J.M. Furman, C. Wall, 3rd and D.L. Pang, Vestibular function in periodic alternating nystagmus, *Brain : A Journal of Neurology* **113 (Pt 5)** (1990), 1425 – 1439.
[64] L. Gradstein, R.D. Reinecke, S.S. Wizov and H.P. Goldstein, Congenital periodic alternating nystagmus. Diagnosis and Management, *Ophthalmology* **104** (1997), 918 – 928; discussion 928 – 919.
[65] R. Gurkov, C. Jerin, W. Flatz and R. Maxwell, Superior canal dehiscence syndrome : Diagnosis with vestibular evoked myogenic potentials and fremitus nystagmus, *HNO* **66** (2018), 28 – 33.
[66] T.C. Hain and M. Cherchi, Pulse-synchronous torsional pendular nystagmus in unilateral superior canal dehiscence, *Neurology* **70** (2008), 1217 – 1218.
[67] T.C. Hain, M. Fetter and D.S. Zee, Head-shaking nystagmus in patients with unilateral peripheral vestibular lesions, *American Journal of Otolaryngology* **8** (1987), 36 – 47.
[68] G.M. Halmagyi, S.T. Aw, I. Dehaene, I.S. Curthoys and M.J. Todd, Jerk-waveform see-saw nystagmus due to unilateral meso-diencephalic lesion, *Brain : A Journal of Neurology* **117 (Pt 4)** (1994), 789 – 803.
[69] G.M. Halmagyi, P.D. Cremer, J. Anderson, T. Murofushi and I.S. Curthoys, Isolated directional preponderance of caloric nystagmus: I. Clinical significance, *Am J Otol* **21** (2000), 559 – 567.
[70] G.M. Halmagyi, M.A. Gresty and J. Leech, Reversed optokinetic nystagmus (OKN): Mechanism and clinical significance, *Annals of Neurology* **7** (1980), 429 – 435.
[71] T. Haslwanter, Mathematics of three-dimensional eye rotations, *Vision Research* **35** (1995), 1727 – 1739.
[72] T. Haslwanter and L.B. Minor, Nystagmus induced by circular head shaking in normal human subjects, *Exp Brain Res* **124** (1999), 25 – 32.
[73] N.G. Henriksson, The correlation between the speed of the eye in the slow phase of nystagmus and vestibular stimulus, *Acta Oto-laryngologica* **45** (1955), 120 – 136.
[74] K. Hufner, D. Barresi, M. Glaser, J. Linn, C. Adrion, U. Mansmann, T. Brandt and M. Strupp, Vestibular paroxysmia: Diagnostic features and medical treatment, *Neurology* **71** (2008), 1006 – 1014.
[75] Y.E. Huh and J.S. Kim, Patterns of spontaneous and head-shaking nystagmus in cerebellar infarction: Imaging correlations, *Brain : A Journal of Neurology* **134** (2011), 3662 – 3671.
[76] Y.E. Huh, J.W. Koo, H. Lee and J.S. Kim, Head-shaking aids in the diagnosis of acute audiovestibular loss due to anterior inferior cerebellar artery infarction, *Audiol Neurootol* **18** (2013), 114 – 124.
[77] B. Hunter, M.M. Kleinert, J. Osatnik and E. Soria, Serotonergic syndrome and abnormal ocular movements: Worsening of rigidity by remifentanil?, *Anesth Analg* **102** (2006), 1589.
[78] T. Imai, N. Takeda, M. Ito, K. Sekine, G. Sato, Y. Midoh, K. Nakamae and T. Kubo, 3D analysis of benign positional nystagmus due to cupulolithiasis in posterior semicircular canal, *Acta Oto-Laryngologica* **129** (2009), 1044 – 1049.
[79] H. Ishikawa, S. Ishikawa and K. Mukuno, Short-cycle periodic alternating (ping-pong) gaze, *Neurology* **43** (1993), 1067 – 1070.
[80] R.S. Jampel and D.X. Shi, The primary position of the eyes, the resetting saccade, and the transverse visual head plane. Head movements around the cervical joints, *Investigative Ophthalmology & Visual Science* **33** (1992), 2501 – 2510.
[81] P. Jareonsettasin, J. Otero-Millan, B.K. Ward, D.C. Roberts, M.C. Schubert and D.S. Zee, Multiple Time Courses of Vestibular Set-Point Adaptation Revealed by Sustained Magnetic Field Stimulation of the Labyrinth, *Current Biology : CB* **26** (2016), 1359 – 1366.
[82] H.S. Jeong, J.Y. Oh, J.S. Kim, J. Kim, A.Y. Lee and S.Y. Oh, Periodic alternating nystagmus in isolated nodular infarction, *Neurology* **68** (2007), 956 – 957.
[83] K. Johkura, Central paroxysmal positional vertigo: Isolated dizziness caused by small cerebellar hemorrhage, *Stroke* **38** (2007), e26-27; author reply e28.
[84] K. Johkura, A. Komiyama, M. Tobita and O. Hasegawa, Saccadic ping-pong gaze, *Journal of Neuro-ophthalmology : The Official Journal of the North American Neuro-Ophthalmology Society* **18** (1998), 43 – 46.
[85] L.B. Jongkees, [Caloric test; general considerations], *Acta oto-rhino-laryngologica Belgica* **4** (1950), 376 – 382.
[86] P.W. Kaplan and R.P. Lesser, Vertical and horizontal epileptic gaze deviation and nystagmus, *Neurology* **39** (1989), 1391 – 1393.
[87] P.W. Kaplan and R.J. Tusa, Neurophysiologic and clinical correlations of epileptic nystagmus, *Neurology* **43** (1993),

2508 – 2514.
[88] A. Katsarkas, H. Smith and H. Galiana, Head-shaking nystagmus (HSN): The theoretical explanation and the experimental proof, *Acta Oto-laryngologica* **120** (2000), 177 – 181.
[89] J.C. Kattah, A.V. Talkad, D.Z. Wang, Y.H. Hsieh and D.E. Newman-Toker, HINTS to diagnose stroke in the acute vestibular syndrome: Three-step bedside oculomotor examination more sensitive than early MRI diffusion-weighted imaging, *Stroke* **40** (2009), 3504 – 3510.
[90] J.R. Keane, Pretectal pseudobobbing. Five patients with 'V'-pattern convergence nystagmus, *Archives of Neurology* **42** (1985), 592 – 594.
[91] H.A. Kim, H.A. Yi and H. Lee, Apogeotropic central positional nystagmus as a sole sign of nodular infarction, *Neurol Sci* **33** (2012), 1189 – 1191.
[92] H.J. Kim, S.H. Lee, J.H. Park, J.Y. Choi and J.S. Kim, Isolated vestibular nuclear infarction: Report of two cases and review of the literature, *Journal of Neurology* **261** (2014), 121 – 129.
[93] J.S. Kim, K.W. Ahn, S.Y. Moon, K.D. Choi, S.H. Park and J.W. Koo, Isolated perverted head-shaking nystagmus in focal cerebellar infarction, *Neurology* **64** (2005), 575 – 576.
[94] J.S. Kim, K.D. Choi, S.Y. Oh, S.H. Jeong, Y.M. Oh, H.J. Kim, S.H. Park and J.Y. Ahn, Double saccadic pulses and macrosaccadic oscillations from a focal brainstem lesion, *J Neurol Sci* **263** (2007), 118 – 123.
[95] J.S. Kim and H.J. Kim, Inferior vestibular neuritis, *Journal of Neurology* **259** (2012), 1553 – 1560.
[96] J.S. Kim, S.Y. Moon, K.D. Choi, J.H. Kim and J.A. Sharpe, Patterns of ocular oscillation in oculopalatal tremor: Imaging correlations, *Neurology* **68** (2007), 1128 – 1135.
[97] J.P. Klaas, J.E. Ahlskog, S.J. Pittock, J.Y. Matsumoto, A.J. Aksamit, J.D. Bartleson, R. Kumar, K.F. McEvoy and A. McKeon, Adult-onset opsoclonus-myoclonus syndrome, *Archives of neurology* **69** (2012), 1598 – 1607.
[98] G. Kommerell and D.S. Zee, Latent nystagmus. Release and suppression at will, *Investigative Ophthalmology & visual Science* **34** (1993), 1785 – 1792.
[99] E. Krimsky, The seven primary positions of gaze, *The British Journal of Ophthalmology* **51** (1967), 105 – 114.
[100] J. Lawson, D.E. Bamiou, H.S. Cohen and J. Newton, Positional vertigo in a Falls Service, *Age Ageing* **37** (2008), 585 – 589.
[101] C. Lechner, R.L. Taylor, C. Todd, H. Macdougall, R. Yavor, G.M. Halmagyi and M.S. Welgampola, Causes and characteristics of horizontal positional nystagmus, *Journal of Neurology* **261** (2014), 1009 – 1017.
[102] E.S. Lee, J.Y. Choi and J.S. Kim, Teaching Video NeuroImages: Alternating horizontal single saccadic pulses in progressive supranuclear palsy, *Neurology* **88** (2017), e32 – e33.
[103] H. Lee and Y.W. Cho, A case of isolated nodulus infarction presenting as a vestibular neuritis, *J Neurol Sci* **221** (2004), 117 – 119.
[104] H. Lee and H.A. Kim, Nystagmus in SCA territory cerebellar infarction: Pattern and a possible mechanism, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* **84** (2013), 446 – 451.
[105] H. Lee, S.I. Sohn, Y.W. Cho, S.R. Lee, B.H. Ahn, B.R. Park and R.W. Baloh, Cerebellar infarction presenting isolated vertigo: Frequency and vascular topographical patterns, *Neurology* **67** (2006), 1178 – 1183.
[106] S.U. Lee, H.J. Kim and J.S. Kim, Pseudo-spontaneous and head-shaking nystagmus in horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo, *Otol Neurotol* **35** (2014), 495 – 500.
[107] J. Leech, M. Gresty, K. Hess and P. Rudge, Gaze failure, drifting eye movements, and centripetal nystagmus in cerebellar disease, *The British Journal of Ophthalmology* **61** (1977), 774 – 781.
[108] R.J. Leigh, R.L. Tomsak, S.H. Seidman and L.F. Dell'Osso, Superior oblique myokymia. Quantitative characteristics of the eye movements in three patients, *Archives of Ophthalmology* **109** (1991), 1710 – 1713.
[109] R.J. Leigh and D.S. Zee, *The neurology of eye movements*, Oxford University Press, New York, 2015.
[110] J. Lemos and E. Eggenberger, Saccadic intrusions: Review and update, *Current Opinion in Neurology* **26** (2013), 59 – 66.
[111] S.K. Lloyd, D.M. Baguley, K. Butler, N. Donnelly and D.A. Moffat, Bruns' nystagmus in patients with vestibular schwannoma, *Otol Neurotol* **30** (2009), 625 – 628.
[112] J.L. Lopez, D.S. Zee and L. Levi, Eye closure and oculopalatal tremor, *Neurology* **77** (2011), 1929.
[113] L. Lopez, A.M. Bronstein, M.A. Gresty, P. Rudge and E.P. du Boulay, Torsional nystagmus. A neuro-otological and MRI study of thirty-five cases, *Brain : A Journal of Neurology* **115 (Pt 4)** (1992), 1107 – 1124.
[114] J.A. McClure, J.C. Copp and P. Lycett, Recovery nystagmus in Meniere's disease, *Laryngoscope* **91** (1981), 1727 – 1737.
[115] L.B. Minor, T. Haslwanter, D. Straumann and D.S. Zee, Hyperventilation-induced nystagmus in patients with vestibular schwannoma, *Neurology* **53** (1999), 2158 – 2168.
[116] L.B. Minor, D. Solomon, J.S. Zinreich and D.S. Zee, Sound- and/or pressure-induced vertigo due to bone dehiscence of the superior semicircular canal, *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* **124** (1998), 249 – 258.
[117] M. Moccia, R. Allocca, R. Erro, P. Barone and C. Vitale, Ping-pong gaze: Sherrington would not have done it better, *JAMA Neurol* **71** (2014), 1450.
[118] S.S. Mossman, A.M. Bronstein and J.D. Hood, Linear and angular optokinetic nystagmus in labyrinthine and central nervous system lesions, *Acta Oto-laryngologica. Supplementum* **481** (1991), 352 – 356.
[119] S.S. Mossman, A.M. Bronstein, J.D. Hood and P. Sacares, The interaction of angular and linear optokinetic stimuli with an angular vestibular stimulus, *Annals of the New York Academy of Sciences* **656** (1992), 868 – 870.
[120] D.E. Newman-Toker, Symptoms and signs of neuro-otologic disorders, *Continuum (Minneap Minn)* **18** (2012), 1016 – 1040.
[121] D.E. Newman-Toker, P. Sharma, M. Chowdhury, T.M. Clemons, D.S. Zee and C.C. Della Santina, Penlight-cover test: A new bedside method to unmask nystagmus, *Journal*

of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry **80** (2009), 900 – 903.

[122] D. Nuti, M. Mandala and L. Salerni, Lateral canal paroxysmal positional vertigo revisited, *Annals of the New York Academy of Sciences* **1164** (2009), 316 – 323.

[123] D. Nuti, M. Masini and M. Mandala, Benign paroxysmal positional vertigo and its variants, *Handb Clin Neurol* **137** (2016), 241 – 256.

[124] D. Nuti, P. Vannucchi and P. Pagnini, Benign paroxysmal positional vertigo of the horizontal canal: A form of canalolithiasis with variable clinical features, *Journal of vestibular research : Equilibrium & Orientation* **6** (1996), 173 – 184.

[125] A.L. Ochs, L. Stark, W.F. Hoyt and D. D'Amico, Opposed adducting saccades in convergence-retraction nystagmus: A patient with sylvian aqueduct syndrome, *Brain : A Journal of Neurology* **102** (1979), 497 – 508.

[126] K. Oh, J.H. Chang, K.W. Park, D.H. Lee, K.D. Choi and J.S. Kim, Jerky seesaw nystagmus in isolated internuclear ophthalmoplegia from focal pontine lesion, *Neurology* **64** (2005), 1313 – 1314.

[127] V.R. Patel and D.S. Zee, The cerebellum in eye movement control: Nystagmus, coordinate frames and disconjugacy, *Eye (Lond)* **29** (2015), 191 – 195.

[128] C. Prueter, J. Schiefer, C. Norra, K. Podoll and H. Sass, Ping-pong gaze in combined intoxication with tranylcypromine, thioridazine, and clomipramine, *Neuropsychiatry Neuropsychol Behav Neurol* **14** (2001), 246 – 247.

[129] J.H. Pula, D.E. Newman-Toker and J.C. Kattah, Multiple sclerosis as a cause of the acute vestibular syndrome, *Journal of Neurology* **260** (2013), 1649 – 1654.

[130] S. Ramat, R.J. Leigh, D.S. Zee and L.M. Optican, What clinical disorders tell us about the neural control of saccadic eye movements, *Brain : A Journal of Neurology* **130** (2007), 10 – 35.

[131] H. Rambold, D. Kompf and C. Helmchen, Convergence retraction nystagmus: A disorder of vergence?, *Annals of Neurology* **50** (2001), 677 – 681.

[132] F.J. Revilla, R. de la Cruz, N. Khardori and A.J. Espay, Teaching NeuroImage: Oculomasticatory myorhythmia: Pathognomonic phenomenology of Whipple disease, *Neurology* **70** (2008), e25.

[133] D.C. Roberts, V. Marcelli, J.S. Gillen, J.P. Carey, C.C. Della Santina and D.S. Zee, MRI magnetic field stimulates rotational sensors of the brain, *Current Biology : CB* **21** (2011), 1635 – 1640.

[134] D.A. Robinson, D.S. Zee, T.C. Hain, A. Holmes and L.F. Rosenberg, Alexander's law: Its behavior and origin in the human vestibulo-ocular reflex, *Annals of Neurology* **16** (1984), 714 – 722.

[135] M.A. Schwartz, J.B. Selhorst, A.L. Ochs, R.W. Beck, W.W. Campbell, J.K. Harris, B. Waters and M.E. Velasco, Oculomasticatory myorhythmia: A unique movement disorder occurring in Whipple's disease, *Annals of Neurology* **20** (1986), 677 – 683.

[136] R.C. Senelick, "Ping-pong" gaze. Periodic alternating gaze deviation, *Neurology* **26** (1976), 532 – 535.

[137] A.G. Shaikh, S. Reich and D.S. Zee, Pseudonystagmus – clinical features and quantitative characteristics, *Nature Reviews. Neurology* **6** (2010), 519 – 523.

[138] J. Shallo-Hoffmann, H. Schwarze, H.J. Simonsz and H. Muhlendyck, A reexamination of end-point and rebound nystagmus in normals, *Investigative Ophthalmology & Visual Science* **31** (1990), 388 – 392.

[139] J.A. Sharpe, Neurophysiology and neuroanatomy of smooth pursuit: Lesion studies, *Brain Cogn* **68** (2008), 241 – 254.

[140] J.A. Sharpe and W.A. Fletcher, Saccadic intrusions and oscillations, *Can J Neurol Sci* **11** (1984), 426 – 433.

[141] J.A. Sharpe and A.W. Lo, Voluntary and visual control of the vestibuloocular reflex after cerebral hemidecortication, *Annals of Neurology* **10** (1981), 164 – 172.

[142] A. Sieben, L. Crevits and P. Santens, Saccadic ping pong gaze in coma, *Neurologist* **13** (2007), 161 – 163.

[143] A.W. Sills, R.W. Baloh and V. Honrubia, Caloric testing 2. results in normal subjects, *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology. Supplement* **86** (1977), 7 – 23.

[144] J.F. Soechting and M. Flanders, Moving in three-dimensional space: Frames of reference, vectors, and coordinate systems, *Annual Review of Neuroscience* **15** (1992), 167 – 191.

[145] S. Steddin, D. Ing and T. Brandt, Horizontal canal benign paroxysmal positioning vertigo (h-BPPV): Transition of canalolithiasis to cupulolithiasis, *Annals of Neurology* **40** (1996), 918 – 922.

[146] A.A. Tarnutzer, A.L. Berkowitz, K.A. Robinson, Y.H. Hsieh and D.E. Newman-Toker, Does my dizzy patient have a stroke? A systematic review of bedside diagnosis in acute vestibular syndrome, *CMAJ* **183** (2011), E571 – 592.

[147] R.L. Taylor, L. Chen, C. Lechner, S.T. Aw and M.S. Welgampola, Vestibular schwannoma mimicking horizontal cupulolithiasis, *Journal of clinical neuroscience : Official journal of the Neurosurgical Society of Australasia* **20** (2013), 1170 – 1173.

[148] S.E. Thurston, R.J. Leigh and I. Osorio, Epileptic gaze deviation and nystagmus, *Neurology* **35** (1985), 1518 – 1521.

[149] J. Tian, D.S. Zee and M.F. Walker, Rotational and translational optokinetic nystagmus have different kinematics, *Vision Research* **47** (2007), 1003 – 1010.

[150] C. Tilikete, L. Jasse, D. Pelisson, S. Vukusic, F. Durand-Dubief, C. Urquizar and A. Vighetto, Acquired pendular nystagmus in multiple sclerosis and oculopalatal tremor, *Neurology* **76** (2011), 1650 – 1657.

[151] C. Tilikete, P. Krolak-Salmon, E. Truy and A. Vighetto, Pulse-synchronous eye oscillations revealing bone superior canal dehiscence, *Annals of Neurology* **56** (2004), 556 – 560.

[152] R.J. Tusa, P.W. Kaplan, T.C. Hain and S. Naidu, Ipsiversive eye deviation and epileptic nystagmus, *Neurology* **40** (1990), 662 – 665.

[153] S. Van der Stigchel, M. Meeter and J. Theeuwes, Eye movement trajectories and what they tell us, *Neurosci Biobehav Rev* **30** (2006), 666 – 679.

[154] P. Vannucchi, R. Pecci, B. Giannoni, F. Di Giustino, R.

Santimone and A. Mengucci, Apogeotropic Posterior Semicircular Canal Benign Paroxysmal Positional Vertigo: Some Clinical and Therapeutic Considerations, *Audiol Res* **5** (2015), 130.
[155] R. Venkateswaran, R. Gupta and R.P. Swaminathan, Bruns nystagmus in cerebellopontine angle tumor, *JAMA Neurol* **70** (2013), 646 – 647.
[156] M. von Brevern, P. Bertholon, T. Brandt, T. Fife, T. Imai, D. Nuti and D. Newman-Toker, Benign paroxysmal positional vertigo: Diagnostic criteria, *Journal of Vestibular Research : Equilibrium & Orientation* **25** (2015), 105 – 117.
[157] M. von Brevern, A. Radtke, A.H. Clarke and T. Lempert, Migrainous vertigo presenting as episodic positional vertigo, *Neurology* **62** (2004), 469 – 472.
[158] M.F. Walker and D.S. Zee, Directional abnormalities of vestibular and optokinetic responses in cerebellar disease, *Annals of the New York Academy of Sciences* **871** (1999), 205 – 220.
[159] M.F. Walker and D.S. Zee, The effect of hyperventilation on downbeat nystagmus in cerebellar disorders, *Neurology* **53** (1999), 1576 – 1579.
[160] B.K. Ward, J. Otero-Millan, P. Jareonsettasin, M.C. Schubert, D.C. Roberts and D.S. Zee, Magnetic Vestibular Stimulation (MVS) As a Technique for Understanding the Normal and Diseased Labyrinth, *Frontiers in Neurology* **8** (2017), 122.
[161] Y.G. Weber, J. Roesche and H. Lerche, Epileptic nystagmus: Two case reports, clinical and pathophysiological review of the literature, *Journal of Neurology* **253** (2006), 767 – 771.
[162] A. Wenzel, B.K. Ward, M.C. Schubert, A. Kheradmand, D.S. Zee, G. Mantokoudis and J.P. Carey, Patients with vestibular loss, tullio phenomenon, and pressure-induced nystagmus: Vestibular atelectasis?, *Otol Neurotol* **35** (2014), 866 – 872.
[163] T. Yagi, Y. Koizumi and K. Sugizaki, 3D analysis of spontaneous nystagmus in early stage of vestibular neuritis, *Auris Nasus Larynx* **37** (2010), 167 – 172.
[164] T. Yagi, Y. Koizumi and K. Sugizaki, Rotation vectors of slow and quick phase of caloric nystagmus, *Auris Nasus Larynx* **39** (2012), 475 – 478.
[165] B.R. Younge, N. Khabie, R.H. Brey and C.L. Driscoll, Rotatory nystagmus synchronous with heartbeat: A treatable form of nystagmus, *Trans Am Ophthalmol Soc* **101** (2003), 113 – 117; discussion 117 – 118.
[166] D.S. Zee, Ophthalmoscopy in examination of patients with vestibular disorders, *Annals of Neurology* **3** (1978), 373 – 374.
[167] D.S. Zee, R.J. Leigh and F. Mathieu-Millaire, Cerebellar control of ocular gaze stability, *Annals of Neurology* **7** (1980), 37 – 40.
[168] D.S. Zee, T.J. Preziosi and L.R. Proctor, Bechterew's phenomenon in a human patient, *Annals of Neurology* **12** (1982), 495 – 496.