Braz J Otorhinolaryngol.
2010;76(3):399-403.

Electronystagmography versus videonystagmography

Eletronistagmografia versus videonistagmografia

Maurício Malavasi Ganança [1], Heloísa Helena Caovilla [2], Fernando Freitas Ganança [3]

Keywords:
electronystagmography,
nystagmus,
pathologic,
eye movements.

Abstract

Electronystagmography (ENG) and videonystagmography (VNG) are eye movement recording methods used for the evaluation of balance disorders. **Aim:** To compare literature information on the similarities, differences, advantages e disadvantages between ENG and VNG. **Materials and Methods:** review of the scientific literature. **Results:** ENG and VNG are very helpful methods for evaluating balance disorders, due to their capacity to recognize signs of peripheral or central vestibular dysfunction and to pinpoint the side of the lesion. Major advantages of VNG are related to calibration, temporospatial resolution, and recording of horizontal, vertical and torsional eye movements. **Conclusion:** VNG is a new technology that presents advantages in the evaluation of eye movements; however, despite its disadvantages, ENG is still considered a valuable test in the clinical setting.

Palavras-chave:
eletronistagmografia,
medições dos movimentos oculares,
movimentos oculares,
nistagmo patológico.

Resumo

A eletronistagmografia (ENG) e a videonistagmografia (VNG) são métodos de registro dos movimentos oculares, empregados na avaliação dos distúrbios do equilíbrio corporal. **Objetivo:** Comparar as informações da literatura sobre as semelhanças, diferenças, vantagens e desvantagens da ENG e da VNG. **Material e Método:** Estudo de revisão da literatura científica pertinente. **Resultados:** A ENG e a VNG são sistemas muito úteis no diagnóstico dos distúrbios do equilíbrio corporal, diante da sua capacidade de identificar sinais de disfunção vestibular periférica ou central e determinar o lado da lesão. As principais vantagens da VNG estão relacionadas com calibração, resolução têmporo-espacial e gravação dos movimentos oculares horizontais, verticais e torsionais. **Conclusão:** A VNG é uma nova tecnologia que apresenta vantagens na avaliação dos movimentos oculares, mas a ENG, apesar de suas desvantagens, é ainda considerada um procedimento de valor na rotina clínica.

[1] Professor Titular de Otorrinolaringologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM). Docente do Programa de Mestrado Profissional em Reabilitação Vestibular e Inclusão Social da Universidade Bandeirante de São Paulo (UNIBAN).
[2] Professor Associado Livre-Docente da Disciplina de Otologia e Otoneurologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM).
[3] Professor Adjunto da Disciplina de Otologia e Otoneurologia da UNIFESP - EPM. Pós-Doutorado pela UNIFESP - EPM. Professor Colaborador do Programa de Mestrado Profissional em Reabilitação Vestibular e Inclusão Social da UNIBAN.
Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina Universidade Bandeirante de São Paulo.
Endereço para correspondência: Prof. Dr. Maurício Malavasi Ganança - Rua Pedro de Toledo 943 Vila Clementino 04039-032
E-mail: mauricio.gananca@globo.com
Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 5 de julho de 2009. cod 6492
Artigo aceito em 25 de novembro de 2009.

INTRODUÇÃO

A bateria de testes da exploração funcional vestíbulo-oculomotora deve ser realizada em pacientes com vertigem e outros tipos de tontura ou desequilíbrio com suspeita de disfunção vestibular[1-4]. A vestibulometria complementa a história clínica, exame físico e auxilia no diagnóstico e na orientação do tratamento das vestibulopatias[1-2], apesar do diagnóstico das doenças vestibulares não se basear apenas nos resultados dos testes de função vestibular e o grau de incapacitação do paciente não estar correlacionado com o grau de comprometimento funcional detectado[5].

Os achados anormais possibilitam a identificação de sinais de disfunção vestibular periférica ou central e podem determinar o lado acometido[2-3,6-8]. O que é anormal deve ser devidamente caracterizado, o que for relevante deve ser valorizado e os resultados devem ser interpretados sempre em conjunto; o tipo e a intensidade de comprometimento vestibular podem ajudar a sugerir o prognóstico do quadro clínico[6].

O registro e a análise dos diversos tipos de nistagmo e outros movimentos oculares tornaram-se uma prática rotineira na avaliação de pacientes com vertigem e distúrbios do equilíbrio corporal[3,8]. A gravação do nistagmo é vantajosa em relação à simples observação dos olhos, pois permite reconhecer um movimento ocular anormal e quantificá-lo; avaliar o efeito da fixação visual; e, armazenar, recuperar e comparar testes sucessivos3. O registro faculta a medida de parâmetros quantitativos como velocidade da componente lenta dos diversos tipos de nistagmo, latência, precisão e velocidade das sacadas, ganho do rastreio ocular e do nistagmo optocinético[6].

Não há consenso sobre quais procedimentos devem constituir a bateria de testes do diagnóstico otoneurológico, mas os mais utilizados são os que pesquisam nistagmo de posicionamento e posicional, nistagmo espontâneo, nistagmo semi-espontâneo, sacadas, rastreio ocular, nistagmo optocinético, nistagmo per-rotatório ou pós-rotatório e nistagmo pós-calórico[2-3,6,8].

A eletronistagmografia ou eletro-oculografia (ENG) é o método mais comumente empregado para o registro dos movimentos oculares. Utiliza o princípio da variação de potencial córneo-retinal durante a movimentação dos olhos para gravar e analisar características do comportamento funcional do reflexo vestíbulo-ocular e dos sistemas visuais sacádico, de perseguição, optocinético e de fixação[2-3].

A videonistagmografia ou vídeo-oculografia (VNG) é um sistema computadorizado que utiliza o princípio da captação dos movimentos oculares por meio de sensores infravermelhos colocados em óculos especiais ou máscara. O programa do computador mede e analisa os movimentos oculares, que podem ser visualizados em um monitor de vídeo e gravados[6].

Justifica-se o interesse em apresentar esta revisão sobre a ENG e a VNG, diante da escassez de publicações em nosso meio que comparem os dois procedimentos.

O objetivo deste artigo é comparar semelhanças, diferenças, vantagens e desvantagens da ENG e da VNG na exploração funcional vestíbulo-oculomotora, de acordo com as informações da literatura científica pertinente.

MÉTODO

Para analisar as informações sobre a ENG e a VNG, realizou-se levantamento bibliográfico no mês de abril de 2009 na base eletrônica de dados MEDLINE e em livros publicados na área da otoneurologia, além de outras fontes pertinentes ao tema. A estratégia de pesquisa na base de dados considerou as palavras-chave: "electronystagmography" ou "videonystagmography" ou "video-nystagmography" ou "video nystagmography" ou "video-oculography" ou "video oculography" ou "videooculography" ou "electronystagmography and "videonystagmography". As buscas foram limitadas no filtro "humans" e nos idiomas inglês, português, francês e espanhol.

O título e/ou os resumos das publicações que resultaram da estratégia de seleção inicial foram analisados, obedecendo ao critério de inclusão de estudo relacionado especificamente às características técnicas dos métodos de registro dos movimentos oculares (eletronistagmografia, vecto-electronistagmografia e videonistagmografia), as suas vantagens e desvantagens e à comparação entre eles para a revisão na íntegra. Foram excluídos os estudos que apenas se referiam ao uso destes métodos na avaliação de doenças otoneurológicas. Realizou-se a análise por revisão crítica dos conteúdos.

REVISÃO DE LITERATURA

Resultaram 2233 referências bibliográficas na busca inicial por meio das palavras-chave. Pela leitura do título foram identificados 60 com características passíveis de serem avaliadas. À leitura na íntegra, 25 não preencheram o critério de inclusão. Assim, 35 fontes pertinentes ao tema apresentaram os critérios determinados para esta revisão e foram selecionados para a análise crítica do conteúdo.

A ENG é um procedimento de registro dos movimentos oculares em que o olho atua como uma bateria: a córnea é o polo positivo e a retina é o polo negativo. A variação de potencial elétrico córneo-retinal causada pela movimentação ocular é captada por eletrodos em pontos específicos da região peri-orbitária, amplificada e enviada ao equipamento de registro[1-3].

Os equipamentos de ENG geralmente dispõem de dois ou mais canais de registro. Nos equipamentos com dois canais, é possível registrar simultaneamente os movimentos oculares horizontais em um dos canais e os verticais no outro canal, com olhos abertos e fechados. A colocação dos eletrodos pode ser feita de várias maneiras, na dependência do que se quer pesquisar e do número de canais disponíveis. Um eletrodo de referência (terra) é colocado na linha média frontal. Os movimentos horizontais dos dois

olhos podem ser detectados em um dos canais (canal horizontal), por meio de um eletrodo ativo fixado na pele dos cantos peri-orbitários externos direito e esquerdo. O outro canal (canal vertical) é destinado para detectar movimentos verticais de um dos olhos, por meio de um segundo par de eletrodos, um acima e o outro abaixo de um dos olhos. É também possível analisar cada olho separadamente, reservando um canal de registro para detectar os movimentos oculares horizontais do olho direito e o outro canal para os do olho esquerdo; para a configuração de cada um destes canais, um eletrodo ativo é colocado no canto externo e o outro no canto interno do olho. Quatro canais possibilitam o registro dos movimentos oculares horizontais e verticais de cada olho separadamente[2-3,6].

Os eletrodos são convencionalmente colocados de tal forma que, no canal horizontal, ao deslocamento do olhar para a direita, corresponde um registro do movimento ocular para cima e quando o deslocamento do olhar é para a esquerda, o movimento é registrado para baixo. E, para o canal vertical, a colocação convencional dos eletródios possibilita que ao deslocamento do olhar para cima, corresponda um registro do movimento ocular para cima e quando o deslocamento do olhar é para baixo, o movimento é registrado para baixo. Para a adequada interpretação dos registros é necessária calibração dos movimentos oculares para que o ângulo de desvio ocular seja representado por uma amplitude definida de inscrição do movimento no traçado. A calibração possibilita que os exames sejam feitos e interpretados em condições semelhantes. Recalibrações são recomendadas ao longo do teste[3].

O poder diagnóstico da ENG foi aumentado com a utilização da tecnologia computadorizada[6,9-11]. A ENG é um procedimento simples, não invasivo e com razoável precisão para a avaliação vestibular de rotina; no entanto, tem algumas desvantagens: interferência de atividade elétrica muscular e ruído elétrico ambiental[9]. O potencial córneo-retinal, captado para a medida indireta da posição dos olhos em uma extensão de aproximadamente 40° no plano horizontal e vertical, varia de pessoa para pessoa e pode estar ausente, modifica-se com as condições de iluminação e durante a realização do teste, mesmo sem alterações das condições de iluminação, o que obriga a múltiplas calibrações; a ENG é sujeita a desvios da linha de base do registro da movimentação ocular nos traçados e apresenta baixa resolução (ao redor de 1°), não distinguindo movimentos oculares menores do que 2° a 3°; a qualidade dos traçados depende da intensidade do potencial córneo-retinal, o registro dos movimentos oculares verticais é habitualmente contaminado por piscadas ou interferências eletromiográficas e os movimentos oculares torsionais não são registrados ou medidos à ENG[9,12-15]. Não é possível usar de modo confiável a ENG em movimentos oculares de amplitude menor do que 5º[16].

Por não registrar o componente torsional do nistagmo posicional e de posicionamento e a gravação do componente vertical estar sujeita a artefatos e ser contaminado por piscadas, a ENG não permite a interpretação adequada dos achados à prova de Dix-Hallpike em casos de vertigem posicional paroxística benigna (VPPB)[13-14,17].

A ENG contribuiu para a identificação da disfunção vestibular periférica em 45,1% dos casos ou central em 6,9% dos casos, enquanto que a ressonância magnética estabeleceu diagnóstico topográfico em apenas 3,9% dos casos, em 102 pacientes com vertigem e instabilidade de localização da lesão indefinida à história e avaliação clínica[18]. Quando o diagnóstico não foi evidente à história e aos exames audiológico, neurológico e laboratorial, a ENG diminuiu a porcentagem de diagnóstico incerto de 34,2 para 13,8%[19]. Um clínico deixaria de identificar uma doença labiríntica 66,0% das vezes se a ENG fosse reservada somente para pacientes que relatassem vertigem; em termos médico-legais, este erro poderia constituir um risco jurídico significante para o médico[7].

A vectoeletronistagmografia (VENG) corresponde a uma variação da ENG que utiliza três canais de registro para gravar os movimentos oculares. A VENG também tem como base a captação da variação do potencial elétrico córneo-retinal quando os olhos se movimentam. Um eletrodo ativo é colocado no canto externo de cada olho e o terceiro na linha média frontal, de modo que os três canais de registro apresentem a configuração de um triângulo isóscele. A partir dos eletrodos ativos, originam-se três derivações bipolares que permitem a identificação dos movimentos oculares horizontais, verticais e oblíquos. A medida da velocidade da componente lenta do nistagmo considera a influência direcional das respostas, de acordo com a projeção vetorial dos movimentos oculares. O canal horizontal da VENG é similar ao canal horizontal da ENG. A VENG possibilita o estudo do nistagmo oblíquo resultante da estimulação dos canais semicirculares verticais à prova rotatória, posicionando a cabeça do paciente 60º para traz e 45º para o lado[6,20-25].

Traçados de movimentos oculares baseados em videotecnologia tornaram-se populares devido ao rápido progresso do processamento eletrônico de dados, os equipamentos ficaram acessíveis, os algoritmos mais robustos e houve expansão da gama de aplicações[16].

A VNG é um método computadorizado que não utiliza eletrodos[6]. Emprega uma fonte de luz infravermelha invisível para olho humano e tem a capacidade de gravar os movimentos oculares em qualquer condição de iluminação ambiental, inclusive na completa escuridão[9]. Videocâmeras instaladas em lentes binoculares à prova de luz possibilitam a observação direta e a gravação dos movimentos oculares horizontais, verticais e torsionais com olhos abertos e no escuro; a VNG emprega o processamento da imagem digital para medir os movimentos do centro da pupila e possibilita a medida da velocidade da componente lenta do nistagmo horizontal e vertical[6,26-27]. É essencial que os óculos da VNG estejam firmemente fixados à região cefálica do paciente, pois movimentos da câmera em relação à cabeça resultarão em artefato na gravação dos movimentos

oculares[28]; a translação de um milímetro resulta em erro de aproximadamente 5°[16].

A VNG avalia a posição dos olhos em uma extensão de aproximadamente 30° horizontalmente e cerca de 20 verticalmente, com resolução de aproximadamente 0,1°, podendo detectar em condições laboratoriais movimentos oculares de 0,5°. O canal vertical e o canal horizontal da VNG têm a mesma resolução. As imagens dos olhos podem ser gravadas digitalmente no computador simultaneamente com o traçado. A qualidade do traçado depende da qualidade da imagem. A calibração depende da distância entre o olho e a câmera. Depois da calibração inicial, recalibrações serão necessárias apenas se os óculos ou as câmeras forem reposicionados[13-14]. A VNG possibilita a visualização dos movimentos oculares torsionais, mas não a sua medida[5,13-14].

A visualização e gravação da direção exata dos fenômenos oculares é uma das grandes vantagens da VNG. A VNG é útil na avaliação do nistagmo de posicionamento e do nistagmo posicional, em particular no diagnóstico da VPPB, uma das vestibulopatias mais comuns[6,13-14,17]. O nistagmo à prova de Dix-Hallpike pode ser de pequena amplitude, de duração fugaz e nem sempre é identificado ou caracterizado à simples observação visual[6]. O controle à VNG é útil no diagnóstico e no registro dos movimentos oculares durante as manobras terapêuticas da VPPB[29]. A VNG é uma prova de interesse diagnóstico funcional e diferencial e de controle evolutivo de afecções de variada etiologia[30].

Os traçados à VNG são limpos e a inscrição não sofre desvios da linha de base da inscrição dos movimentos oculares, tornando a análise e a interpretação mais precisas. O procedimento é mais fácil de realizar e mais rápido do que com a utilização de eletrodos, necessitando de apenas uma calibração ao início da avaliação. O custo do equipamento é maior e alguns pacientes claustrofóbicos podem não tolerar a sensação de confinamento. Pacientes com ptose palpebral ou cílios que obscurecem a pupila podem ser difíceis de avaliar à VNG[26]. Cosméticos utilizados ao redor dos olhos podem interferir com a iluminação infravermelha e prejudicar a avaliação[27]. A realização da VNG pode estar prejudicada em crianças com menos de cinco anos que não toleram o uso da máscara do equipamento devido às dimensões reduzidas da face, pacientes com doenças que afetam a forma da pupila e pacientes que, por diversas razões, são incapazes de manter os olhos abertos; a magnitude do potencial córneo-retinal é afetada por retinopatias degenerativa, diabética ou hipertensiva e retinite pigmentosa[31].

Tanto a ENG como a VNG são procedimentos valiosos na avaliação de pacientes com tontura. A implicação prática é de que ambos os métodos são úteis e a indicação da ENG ou da VNG depende das limitações de sua utilização em cada caso. Em cerca de 1% dos casos em que não é possível realizar a VNG, a ENG é o teste de escolha, sendo, portanto, recomendável dispor dos dois testes[14]. A utilidade da gravação dos movimentos oculares é altamente dependente do nível de conhecimento e treinamento técnico de quem realiza e interpreta o teste, o que contribui para a grande variabilidade de resultados de laboratório para laboratório[4].

Nos últimos anos, a ENG vem sendo substituída pela VNG[30,32]. No entanto, ambos os métodos têm mais valor clínico do que qualquer outro teste laboratorial de avaliação do sistema vestibular, detectando lesões, diferenciando entre lesões periféricas e centrais, e localizando o lado da lesão. A ENG e a VNG detectam uma ou mais anormalidades em cerca de 50% dos pacientes com tontura e aproximadamente 75% destas anormalidades especificam o local da lesão. Outros testes laboratoriais detectam poucas destas anormalidades. Um médico experiente pode detectar a maioria destas anormalidades durante a avaliação física; no entanto, esta não permite uma análise quantitativa ou um registro permanente. A ENG e a VNG auxiliam no delineamento de estratégias de tratamento, na monitoração do progresso do tratamento e no planejamento cirúrgico de schwannoma vestibular, ablação vestibular e implante coclear[32].

A ENG e a VNG são procedimentos laboratoriais não invasivos e bem tolerados para a gravação e mensuração dos movimentos oculares. A ENG não é indicada em pacientes cegos, com potencial córneo-retinal pobre, e é incapaz de detectar movimentos oculares muito pequenos; estas limitações são superadas pela observação direta dos olhos ou por meio de vídeo[8]. A VNG filma os olhos por meio de uma ou duas videocâmaras (gravação monocular ou binocular) e a gravação somente é possível com os olhos bem abertos. Uma análise computadorizada é efetuada para representar os movimentos oculares em duas dimensões. A VNG com representação tridimensional dos movimentos oculares para a medida adicional do movimento torsional dos olhos requer análise extensiva da imagem das estruturas da íris ou de dois pontos marcadores na esclerótica, mas ainda é um procedimento complicado e caro[15]. A VNG tem várias vantagens sobre a ENG convencional: facilidade e rapidez de operação; maior precisão no cálculo das velocidades das sacadas por utilizar 240 Hz como taxa de varredura; ausência de interferência de artefatos de origem muscular; capacidade de gravar sem filtrar baixas freqüências; eliminação de interferências elétricas; estabilidade do registro ao longo do tempo; capacidade de avaliar os movimentos oculares sob qualquer iluminação (os óculos asseguram que a gravação possa ser efetuada no escuro); observação direta dos movimentos torsionais dos olhos; correlação entre os movimentos oculares visualizados e o traçado[9]. O custo do equipamento da ENG pode ser considerado baixo, enquanto que o da VNG é mais caro[29]. A ENG é necessária nos casos que requerem a medida dos movimentos oculares com os olhos fechados, pois é o único método com esta possibilidade[16].

As diferenças entre a ENG e a VNG estão relacionadas com a calibração, a resolução têmporo-espacial e as particularidades do plano em que se movem os olhos[33].

Apesar de a ENG apresentar as desvantagens de artefatos elétricos, duração maior do procedimento e variabilidade da calibração, ainda é um método de menor custo, confiável e preciso de medida da componente lenta dos movimentos oculares[8]. Uma vantagem da VNG é possibilitar a revisão visual dos movimentos oculares em situações que geram dúvidas; no entanto, em alguns casos, a claustrofobia pode tornar o uso da máscara intolerável para o paciente e a ENG deve então ser utilizada[34]. Em geral, ambos os procedimentos são úteis[34-35] e a comodidade do estudo para o paciente e para o examinador é muito alta[35].

COMENTÁRIOS FINAIS

A avaliação da função vestibular não é especificamente designada para diagnosticar a doença e o fator etiológico, que dependem da avaliação médica da história clínica do paciente e de eventuais exames complementares. A comparação com os dados da anamnese confere o significado clínico dos achados à vestibulometria.

A literatura salienta que a ENG e a VNG são úteis no diagnóstico dos distúrbios do equilíbrio corporal, pois são capazes de confirmar a existência de anormalidades da função vestibular periférica ou central e definir o lado da lesão. Os resultados da ENG e da VNG complementam a história clínica, a avaliação otorrinolaringológica e outros eventuais exames em pacientes com vertigem, outros tipos de tontura e/ou desequilíbrio. A literatura aponta que a VNG é um método com avanços tecnológicos e vantagens em relação à ENG, mas também salienta que a ENG continua sendo um procedimento de valor semiológico, inclusive nas situações que impedem o uso da VNG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Farkashidy J. Electronystagmography: Its clinical application. Can Med Assoc J. 1966;94:368-72.
2. Ganança MM, Mangabeira Albernaz PL. I. Semiologia vestibular. 8. Eletro-oculografia. In: Labirintologia: guia prático. São Paulo: Editamed; 1976. p.17-21.
3. Barber HO, Stockwell CW. Manual of Electronystagmography. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1980.p. 230.
4. Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee. Assessment: electronystagmography. Neurology. 1996;46(6):1763-6.
5. Ruckenstein MJ, Shepard NT. Balance function testing: a rational approach. Otolaryngol Clin North Am. 2000;33(3):507-18.
6. Caovilla HH, Ganança MM, Munhoz MSL, Silva MLG, Ganança FF, Ganança CF. O registro dos movimentos oculares. In: Caovilla HH, Ganança MM, Munhoz MSL, Silva MLG. Equilibriometria clínica. São Paulo: Atheneu; 1999. p.31-40.
7. Keim R.J. The pitfalls of limiting ENG testing to patients with vertigo. Laryngoscope. 1985;95(10):1208-12.
8. Bhansali SA, Honrubia V. Current status of electronystagmography testing. Otolaryngol Head Neck Surg. 1999;120(3):419-26.
9. Eckert AM, Gizzi M. Video-oculography as part of the ENG battery. Br J Audiol. 1998;32(6):411-6.
10. Houston HG, Watson DR. A review of computerized electronystagmography technology. Br J Audiol. 1994;28:41-6.
11. Watanabe Y, Takeda S. Computerized electro-nystagmography. Acta Otolaryngol Suppl. 1996;552:26-31.
12. Stockwell CW. Introduction to ENG. Schaumburg, Illinois: GN Otometrics; 2004. p.32.
13. Barin K. Comprehensive guide to VNG/ENG administration and interpretation. São Paulo: Otometrics; 2008. p.185.
14. Barin K. Videooculography. Instructional course, XIX ENT World Congress (room 11, code 293, June 2, 8:30-9:00 h) São Paulo, Brazil June 1-5, 2009
15. Pérez N, Martin R, Romero MD. Videonistagmografia. In: Suarez C, ed. Libro Del año. Otorrinolaringología 2000. Madrid: Sanidad y Ediciones; 2000. p. 9-21.
16. Eggert T.Eye movement recordings: methods. Dev Ophthalmol. 2007;40:15-34.
17. Pérez Fernandez N, Pastor Fortea MJ. Vértigo posicional. In: Bartual Pastor J, Pérez Fernandez N. El sistema vestibular y sus alteraciones. Tomo II. Patología. Barcelona: Masson; 1999. p.341-50.
18. Korres S, Riga M, Papacharalampous G, Chimona T, Danielidis V, Korres G, Xenellis J. Relative diagnostic importance of electronystagmography and magnetic resonance imaging in vestibular disorders. J Laryngol Otol. 2009;123(8):851-6.
19. Bakr MS, Saleh EM. Electronystagmography: how helpful is it? J Laryngol Otol. 2000;114(3):178-83.
20. Padovan I, Pansini M. New possibilities of analysis in electronystagmography. Acta Otolaryng (Stockh). 1972;73:121-5.
21. Pansini M, Padovan I. Three derivations in electronystagmography. Acta Otolaryng (Stockh). 1969;67:303-9.
22. Pansini M, Padovan I, Gospodnetic R, Ribaric K. Nouvelles possibilités des analyses dans l'electronystagmographie. Rev Laryng (Bordeaux). 1970;11/12: 973-95.
23. Mangabeira Albernaz PL, Ganança MM, Coser PL. Vectornystagmography as an aid in topographic diagnosis of vestibular disorders. In: Claussen CF, ed. Verhandlugen der Gesellschaft für Neurotologie und Aequilibriometrie. 1978;4(1):473-7.
24. Mangabeira Albernaz PL, Ganança MM, Falsetti HDC, Ito YI, Caovilla HH. Atlas de Vecto-electronistagmografia. São Paulo: Editamed; 1984.
25. Mangabeira Albernaz PL, Ganança MM, Ito YI, Falsetti HDC, Caovilla HH, Ramos RF, Queiroz BMA, Mangabeira Albernaz Filho P. Aspectos técnicos da vectoelectronistagmografia. Acta AWHO. 1982;1(2):45-8.
26. Bojrab DI, Maya Kato B. Vestibular testing. In: Glasscock ME, Aina JG. Glasscock-Shambaugh surgery of the ear. 5th ed., Connecticut: PMPH-USA Medical; 2003. p. 201-20.
27. Boniver R. Videonystagmography versus electronystagmography: advantages and disadvantages. Neurootology Newsletter. 1998;3(1):109-10.
28. Wuyts FL, Furman J, Vanspauwen R, Van de Heyning P. Vestibular function testing. Curr Opin Neurol. 2007;20(1):19-24.
29. Yakinthou A, Maurer J, Mann W. Benign paroxysmal positioning vertigo: diagnosis and therapy using video-oculographic control. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec. 2003;65(5):290-4.
30. Hernández Montero E, Fraile Rodrigo JJ, De Miguel García F, Sampériz LM, Eiras Ajuria J, Ortiz García A. The role of video-nystagmography in the diagnosis of acoustic neuroma. Acta Otorrinolaringol Esp. 2003;54(6):413-6.
31. Jacobson GP, Shepard NT, Dundas JA, McCaslin DL, Piker EG. Eye movement recording techniques. In: Jacobson GP, Shepard NT. Balance function assessment and management. San Diego: Plural; 2008. p. 27-44.
32. Barin K. Laboratory vestibular testing. In: Proceedings of Best practices for the evaluation and management of dizziness: workshop with leading clinicians. Insights in practice. Shaumburg, IL: GN Otometrics; 2005. p. 3-4.
33. Pérez N. Atlas de pruebas vestibulares para especialistas en otorrinolaringologia. Barcelona: Profármaco.2; 2009.p. 207.
34. Markley BA. Introduction to electronystagmography for END technologists. Am J Electroneurodiagnostic Technol. 2007;47(3):178-89.
35. Brandt T, Dieterich M, Strupp M. Vertigo and dizziness: common complaints. London: Springer; 2005. p.148.