

Aplicações dos potenciais evocados miogênicos vestibulares: revisão sistemática de literatura

Applications of vestibular-evoked myogenic potential: a systematic literature review

Tatiana Rocha Silva¹, Marco Aurélio Rocha Santos², Luciana Macedo de Resende³, Ludimila Labanca¹, Júlia Fonseca de Moraes Caporali⁴, Marjore Rhaissa de Sousa⁵, Denise Utsch Gonçalves⁶

RESUMO

Objetivos: Revisar a literatura científica sobre as principais técnicas usadas para gerar o potencial evocado miogênico vestibular (VEMP) e suas aplicações clínicas. **Estratégia de pesquisa:** Os artigos que descrevem os métodos de registro e as aplicações do VEMP foram localizados nas bases de dados PubMed, Web of Science, MEDLINE, Scopus, LILACS e SciELO. O levantamento realizado limitou-se aos artigos publicados nos idiomas Inglês, Português e Espanhol, entre janeiro de 2012 e maio de 2018. **Crítérios de seleção:** Artigos sobre os aspectos técnicos para a realização do VEMP ocular, cervical ou do músculo sóleo, com estimulação auditiva ou galvânica e artigos sobre as aplicações clínicas do VEMP foram incluídos; artigos repetidos nas bases de dados, artigos de revisão de literatura, relato de casos, cartas e editoriais foram excluídos. **Resultados:** A estratégia de busca resultou na seleção de 28 artigos. Os estudos evidenciaram três métodos de registro do VEMP: cervical, ocular e no músculo sóleo. As aplicações clínicas do VEMP incluíram doença de Ménière, neurite vestibular, síndrome da deiscência do canal semicircular superior, doença de Parkinson, lesões centrais isquêmicas e mielopatias motoras. **Conclusão:** Independentemente da técnica de registro, o VEMP mostrou-se útil como ferramenta complementar para o diagnóstico de doenças vestibulares periféricas e centrais.

Palavras-chave: Núcleos vestibulares; Potencial evocado miogênico vestibular; Equilíbrio postural; Testes de função vestibular; Nervo vestibular

ABSTRACT

Purpose: To review the scientific literature on the main techniques used to generate vestibular-evoked myogenic potential (VEMP) and its clinical applications. **Research strategy:** A search for articles describing VEMP recording methods and applications was conducted in the PubMed, Web of Science, MEDLINE, Scopus, LILACS and SciELO databases. The search was limited to articles published in English, Portuguese, and Spanish between January 2012 and May 2018. **Selection criteria:** Articles addressing the technical aspects for performing ocular, cervical or soleus VEMP with auditory or galvanic stimulation and articles on the clinical applications of VEMP were included in this review, whereas articles repeated in the databases, literature reviews, case reports, letters, and editorials were excluded. **Results:** The search strategy resulted in the selection of 28 articles. The studies evidenced three methods of VEMP recording: responses from the cervical, ocular and soleus muscle. Clinical applications of VEMP included Meniere's disease, vestibular neuritis, superior semicircular canal dehiscence syndrome, Parkinson's disease, central ischemic lesions, and motor myelopathies. **Conclusion:** Regardless of the recording technique, VEMP has proved to be useful as a complementary tool for the diagnosis of peripheral and central vestibular diseases.

Keywords: Vestibular Nuclei; Vestibular-evoked myogenic potential; Postural Balance; Vestibular function tests; Vestibular nerve

Trabalho realizado na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

¹Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Ciências Fonoaudiológicas, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

³Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

⁴Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

⁵Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

⁶Departamento de Otorrinolaringologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: TRS pesquisadora principal, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, coleta e análise dos dados, redação, submissão e trâmites do artigo; MARS coorientador, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final; LMR coorientador, elaboração da pesquisa, correção da redação do artigo, aprovação da versão final; LL pesquisador colaborador, análise dos dados e correção da redação do artigo; JFMC pesquisador colaborador, análise dos dados e correção da redação do artigo; MRS, pesquisador colaborador, coleta e análise dos dados; DUG orientador, elaboração da pesquisa, correção da redação do artigo e aprovação da versão final.

Financiamento: Nada a declarar.

Autor correspondente: Denise Utsch Gonçalves. E-mail: deniseg@medicina.ufmg.br

Recebido: Junho 13, 2018; **Aceito:** Setembro 10, 2018

INTRODUÇÃO

O potencial evocado miogênico vestibular (VEMP) é um método eletrofisiológico que avalia a integração dos órgãos otolíticos e nervos vestibulares com o tronco encefálico e o sistema muscular. Portanto, é um teste complementar, que tem o diferencial de avaliar a função vestibular central, sendo um reflexo dissináptico que tem sido considerado para avaliar a função do tronco cerebral^(1,2).

O VEMP surge a partir das respostas musculares reflexas decorrentes dos reflexos vestibulo-ocular, vestibulo-masseter e vestibulo-espinal. Estes dependem da integridade funcional da mácula sacular e utricular, do nervo vestibular inferior, do nervo vestibular superior, dos núcleos vestibulares, das vias vestibulares centrais e das placas neuromusculares envolvidas^(3,4). Uma alteração em qualquer uma das estruturas relacionadas resulta em alteração do VEMP.

O VEMP tem sido utilizado para o estudo das mais diversas doenças vestibulares. Dentre as doenças periféricas, destacam-se doença de Ménière^(5,6), neurite vestibular⁽⁷⁾, deiscência do canal semicircular superior⁽⁸⁻¹⁰⁾, síndrome do aqueduto alargado⁽¹¹⁾ e schwannoma vestibular^(12,13). Dentre as doenças vestibulares centrais, destacam-se migrânea vestibular⁽¹⁴⁾, doença de Parkinson⁽¹⁵⁾, lesões centrais isquêmicas⁽¹⁶⁻¹⁸⁾ e mielopatias motoras⁽¹⁹⁻²⁵⁾.

O VEMP pode ser gerado por estímulo auditivo ou galvânico e a resposta evocada pode ser captada na musculatura oculomotora, cervical, no músculo masseter, intercostal, braquial, sóleo ou gastrocnêmio. O princípio básico é a ação do músculo de captação da resposta no controle postural, seja através do reflexo vestibulo-ocular, vestibulocólico ou vestibulo-espinal^(2,3). Com esse enfoque, a aplicabilidade do VEMP varia conforme o tipo de estímulo e o músculo de captação da resposta eletromiográfica^(2,5).

Nas suas diversas modalidades, esse exame possui características favoráveis para sua utilização na prática clínica: objetividade, não invasivo, fácil execução, baixo custo, rápido e o desconforto para o paciente é mínimo. Como para qualquer outro exame eletrofisiológico, a experiência do examinador é fator determinante para a confiabilidade no teste⁽²⁾.

OBJETIVO

Esse estudo teve o objetivo de revisar a literatura científica sobre as principais técnicas usadas para gerar o VEMP e suas aplicações clínicas.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Realizou-se uma revisão sistemática da literatura, sem metanálise, com base na pergunta: Quais são as diferentes metodologias utilizadas para a geração do VEMP e suas aplicações clínicas? A partir da consulta às bases de dados eletrônicas PubMed, Web of Science, MEDLINE, Scopus, LILACS e SciELO, foram obtidos os artigos publicados no período de janeiro de 2012 a maio de 2018. Na busca, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *Vestibular-evoked myogenic potential*, *auditory stimulation*, *electric stimulation*, *postural balance* e *vestibular nuclei*. As palavras-chave foram selecionadas com base na consulta ao DeCS (Descritores em Ciências da Saúde)

e ao MeSH (*Medical Subject Headings*) e foram combinadas entre si, por meio da utilização do operador booleano AND. As seguintes combinações foram utilizadas: *Vestibular-evoked myogenic potential AND auditory stimulation*, *Vestibular-evoked myogenic potential AND electric stimulation*, *Vestibular-evoked myogenic potential AND postural balance* e *vestibular evoked myogenic potential AND vestibular nuclei*.

Por meio dessas estratégias de busca, foram encontradas 396 publicações (205 na PubMed, 96 no Web of Science, 35 no MEDLINE, 52 no Scopus e oito na SciELO). Não foram encontradas publicações na base LILACS. Primeiramente, os títulos dos artigos foram analisados, para selecionar aqueles relacionados ao tema proposto para a revisão. O título deveria fazer referência ao VEMP. A segunda seleção foi realizada por meio da análise dos resumos, nos quais deveria constar a aplicação clínica do VEMP.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os artigos atenderam aos seguintes critérios para serem incluídas nesta revisão: 1) publicações durante o período de janeiro de 2012 a maio de 2018 nos idiomas Português, Inglês ou Espanhol; 2) o título deveria conter a palavra VEMP e a aplicação clínica deveria constar no título ou no resumo.

Os artigos que não abordaram o VEMP e a aplicação clínica no título ou resumo, não citaram as características do VEMP utilizado e não descreveram os resultados da avaliação foram excluídos. Também foram excluídos os artigos repetidos nas bases de dados, artigos de revisão de literatura, relatos de caso, cartas e editoriais.

Após a análise, 28 artigos que atenderam aos critérios de inclusão foram selecionados para revisão. O processo de seleção dos estudos foi realizado com base na recomendação *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: the PRISMA Statement*⁽²⁶⁾ (Figura 1).

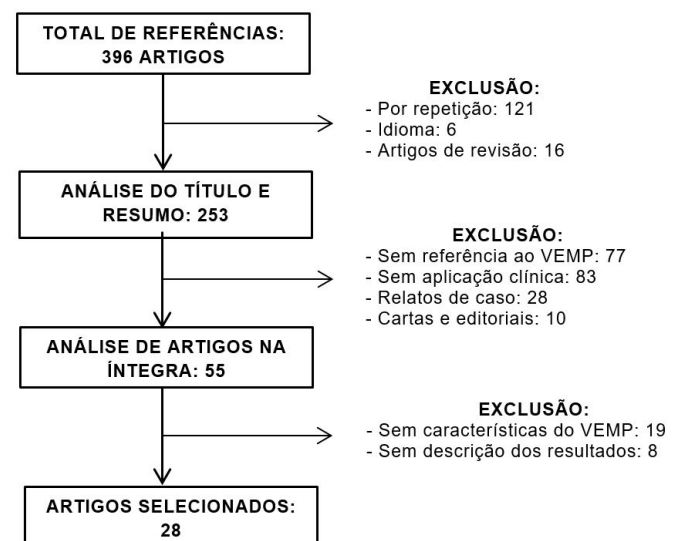


Figura 1. Síntese do critério de seleção dos estudos
Legenda: VEMP = Potencial evocado miogênico vestibular

ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente, a análise dos estudos foi feita por meio da leitura dos títulos e resumos. Posteriormente, foi realizada a leitura integral dos artigos incluídos na revisão. Para a análise dos artigos selecionados, foram utilizadas as recomendações do *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE)⁽²⁷⁾. Após a análise dos artigos, foram extraídos os seguintes dados: autores, ano de publicação, país onde a pesquisa foi desenvolvida, método de registro do VEMP,

caracterização do método, parâmetros de registro, número de sujeitos, aplicação clínica e resultados do estudo.

Realizou-se uma análise descritiva dos resultados e, devido à heterogeneidade dos dados, não foi possível fazer uma metanálise.

RESULTADOS

O Quadro 1 apresenta a síntese dos 28 estudos incluídos na revisão.

Quadro 1. Caracterização dos 28 estudos selecionados para a revisão

Autor	Ano/Local	Delineamento	População	Método de registro	Caracterização do método	Aplicação
Chang et al. ⁽⁵⁾	2017 / Taipei (Taiwan)	Transversal descritivo	70 indivíduos com doença de Ménière unilateral	VEMP cervical e ocular	Estimulação galvânica na intensidade de 5 mA na mastoide e estimulação auditiva, por via aérea (intensidade de 105 dB nHL) e por via óssea (intensidade de 142 dB), <i>click</i> , na frequência de 600 Hz.	Utilização do VEMP cervical e ocular para investigar a função vestibular em indivíduos com doença de Ménière
Lin et al. ⁽⁶⁾	2013 / Taipei (Taiwan)	Transversal descritivo	50 indivíduos com doença de Ménière unilateral	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via óssea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 144 dB	Utilização do VEMP cervical e ocular para investigar a relação com o equilíbrio corporal em indivíduos com doença de Ménière
Walther e Blödown ⁽⁷⁾	2013 / Mannheim (Alemanha)	Transversal comparativo	20 indivíduos com neurite vestibular unilateral aguda e grupo controle	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 100 dB nHL	Avaliação do VEMP cervical e ocular em indivíduos com neurite vestibular para verificar o envolvimento dos canais semicirculares e dos órgãos otolíticos
Janky et al. ⁽⁸⁾	2014 / Baltimore (Estados Unidos)	Transversal comparativo	16 indivíduos com deiscência de canal semicircular superior e grupo controle	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>click</i> (intensidade de 105 dB nHL) e <i>tone burst</i> (intensidade de 125 dB SPL), na frequência de 500 Hz	Utilização do VEMP cervical e ocular em indivíduos com deiscência do canal semicircular superior para avaliar a pressão intralabiríntica
Manzari et al. ⁽⁹⁾	2013 / Itália	Transversal comparativo	22 indivíduos com deiscência de canal semicircular superior e grupo controle	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via aérea (intensidade de 120 dB SPL) e por via óssea (intensidade de 130 dB FL), <i>tone burst</i> , na frequência de 125 a 8000 Hz	Utilização do VEMP cervical e ocular para auxiliar no diagnóstico de deiscência do canal semicircular superior
Zuniga et al. ⁽¹⁰⁾	2013 / Baltimore (Estados Unidos)	Transversal comparativo	29 indivíduos com deiscência de canal semicircular superior e grupo controle	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>click</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 105 dB nHL	Utilização do VEMP cervical e ocular para avaliar a sensibilidade e a especificidade no diagnóstico da deiscência do canal semicircular superior
Mahdi et al. ⁽¹²⁾	2013 / Teerā (Irã)	Transversal comparativo	10 indivíduos com schwannoma vestibular e grupo controle	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via área (intensidade de 95 dBnHL) e por via óssea (intensidade de 70 dBnHL), <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz	Utilização do VEMP cervical para avaliar a função vestibular em indivíduos com schwannoma vestibular

Legenda: VEMP = Potencial evocado miogênico vestibular; VPPB = Vertigem posicional paroxística benigna

Quadro 1. Continuação...

Autor	Ano/Local	Delineamento	População	Método de registro	Caracterização do método	Aplicação
Chiarovano et al. ⁽¹³⁾	2014 / Paris	Transversal comparativo	83 indivíduos com schwannoma vestibular e grupo controle	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>click</i> (na intensidade de 105 dB nHL) e <i>tone burst</i> (na intensidade de 128 dB SPL), e, por via óssea, <i>tone burst</i> (na intensidade de 135 dB) na frequência de 500 Hz	Utilização do VEMP cervical e ocular para avaliar a função do nervo vestibular em indivíduos com schwannoma vestibular
Kim et al. ⁽¹⁴⁾	2015 / Gangwan-do (República da Coreia)	Transversal comparativo	38 indivíduos com migrânea sem aura, 30 com cefaleia tensional e grupo controle	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 125 a 130 dB nHL	Utilização do VEMP cervical e ocular para investigar a função vestibular em indivíduos com migrânea e cefaleia tensional
Shalash et al. ⁽¹⁵⁾	2017 / Cairo (Egito)	Transversal comparativo	15 indivíduos com doença de Parkinson e grupo controle	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 90 dBnHL	Utilização do VEMP cervical e ocular para investigar os sintomas motores e não motores em indivíduos com doença de Parkinson
Miller et al. ⁽¹⁶⁾	2014 / Chicago (Estados Unidos)	Transversal descritivo	17 indivíduos com hipertonia espástica após acidente vascular encefálico	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 95 dB nHL	Utilização do VEMP cervical para avaliar o nível de espasticidade em indivíduos com espasticidade após acidente vascular encefálico
Oh et al. ⁽¹⁷⁾	2013 / Jeonju (Coreia do Sul)	Transversal descritivo	52 indivíduos com lesões cerebrais agudas	VEMP ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 1000 Hz e intensidade de 100 dB nHL	Utilização do VEMP ocular para avaliar a função otolítica ocular envolvida nas lesões cerebrais agudas
Miller et al. ⁽¹⁸⁾	2016 / Pittsburgh (Estados Unidos)	Transversal descritivo	19 indivíduos pós acidente vascular encefálico	VEMP ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 95 dB nHL	Avaliação do VEMP ocular para analisar as vias vestibulo-oculares ascendentes nos indivíduos pós acidente vascular encefálico
Squair et al. ⁽¹⁹⁾	2016 / Vancouver (Canadá)	Transversal comparativo	16 indivíduos com lesão na medula espinhal e grupo controle	VEMP cervical e do músculo sóleo	Estimulação galvânica na intensidade de 2mA na mastoide e estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 125 dB.	Utilização do VEMP cervical e do músculo sóleo para avaliar a atividade muscular nos indivíduos com lesões na medula
Caporali et al. ⁽²⁰⁾	2016 / Belo Horizonte (Brasil)	Transversal comparativo	22 indivíduos com mielorradiculopatia esquistossomótica e grupo controle	VEMP do músculo sóleo	Estimulação galvânica na mastoide, e intensidade de 2mA	Utilização do VEMP do músculo sóleo para avaliar a função da medula espinhal nos indivíduos com mielorradiculopatia esquistossomótica
Felipe et al. ⁽²¹⁾	2013 / Belo Horizonte (Brasil)	Transversal comparativo	60 indivíduos infectados pelo Human T-lymphotropic virus type 1 (HTLV-1) e grupo controle	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 1000 Hz e intensidade de 118 dB HL	Utilização do VEMP cervical para avaliar as alterações neurológicas subclínicas relacionadas à infecção pelo HTLV-1
Pelosi et al. ⁽²⁸⁾	2013 / Nashville (Estados Unidos)	Transversal descritivo	31 indivíduos com disfunção utricular unilateral isolada;	VEMP ocular	Estimulação auditiva por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 95 dB HL	Avaliação do VEMP ocular para definir as características da disfunção utricular unilateral isolada

Legenda: VEMP = Potencial evocado miogênico vestibular; VPPB = Vertigem posicional paroxística benigna

Quadro 1. Continuação...

Autor	Ano/Local	Delineamento	População	Método de registro	Caracterização do método	Aplicação
Silva et al. ⁽²⁹⁾	2017 / Belo Horizonte (Brasil)	Transversal comparativo	30 indivíduos com doença de Ménière, 30 indivíduos com hiporreflexia vestibular e grupo controle	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 120 dBnHL	Utilização do VEMP cervical e ocular para avaliar a função vestibular em indivíduos com doença de Ménière e hiporreflexia vestibular
Saka et al. ⁽³⁰⁾	2012 / Nishinomiya (Japão)	Transversal descritivo	25 indivíduos com otosclerose	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via óssea, <i>tone burst</i> , na frequência de 250 Hz e intensidade de 60 dB nHL	Utilização do VEMP cervical para avaliar o equilíbrio em indivíduos com otosclerose
Tal et al. ⁽³¹⁾	2016 / Haifa (Israel)	Transversal descritivo	30 marinheiros em uso de medicação para enjoo	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 90 dB nHL	Utilização do VEMP cervical para avaliar a absorção e eficácia do fármaco administrado para enjoo
Brantberg e Verrecchia ⁽³²⁾	2012 / Estocolmo (Suécia)	Transversal comparativo	38 indivíduos com deiscência do canal semicircular superior e grupo controle	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>click</i> (intensidade de 80 a 90 dB nHL) e <i>tone burst</i> (na intensidade de 130 dB SPL), na frequência de 500 Hz	Utilização do VEMP cervical como teste de triagem em indivíduos com deiscência do canal semicircular superior
Demirhan et al. ⁽³³⁾	2016 / Istambul (Turquia)	Transversal comparativo	30 indivíduos com implante coclear e grupo controle	VEMP cervical	Estimulação auditiva por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e 1000 Hz e intensidade de 100 dB nHL	Utilização do VEMP cervical em indivíduos com implante coclear para avaliar a função vestibular
Tax et al. ⁽³⁴⁾	2013 / Sidnei (Austrália)	Transversal comparativo	8 indivíduos com disfunção vestibular bilateral e grupo controle	VEMP cervical, ocular e do músculo sóleo	Estimulação galvânica na intensidade de 1mA	Avaliação do VEMP com estimulação galvânica para analisar o reflexo vestibulo-espinal em indivíduos com disfunção vestibular bilateral
Sreenivasan et al. ⁽³⁵⁾	2015 / Puducherry (Índia)	Transversal comparativo	15 indivíduos com VPPB e grupo controle	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 105 dB nHL	Avaliação do VEMP cervical para definir as características da VPPB.
Güven et al. ⁽³⁶⁾	2014/ Çankaya (Turquia)	Transversal comparativo	50 indivíduos com esclerose múltipla e grupo controle	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 120 dB	Utilização do VEMP cervical para avaliar a contribuição deste potencial para o diagnóstico de esclerose múltipla
Harirchian et al. ⁽³⁷⁾	2013 / Teerā (Irã)	Transversal comparativo	20 indivíduos com esclerose múltipla e grupo controle	VEMP cervical	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>click</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 95 dB NHL	Utilização do VEMP cervical para avaliar a sensibilidade no diagnóstico da esclerose múltipla
Iwasaki et al. ⁽³⁸⁾	2013 / Tóquio (Japão)	Transversal comparativo	14 indivíduos com disfunção vestibular periférica unilateral e grupo controle	VEMP ocular	Estimulação auditiva, por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 135 dB SPL	Utilização do VEMP ocular para investigar a função vestibular nos indivíduos com disfunção vestibular
Parkes et al. ⁽³⁹⁾	2017 / Toronto (Canadá)	Longitudinal do tipo coorte	33 indivíduos com implante coclear avaliados pelo VEMP e grupo não exposto	VEMP cervical e ocular	Estimulação auditiva por via aérea, <i>tone burst</i> , na frequência de 500 Hz e intensidade de 124 dB SPL	Avaliação do VEMP cervical e ocular em indivíduos com implante coclear

Legenda: VEMP = Potencial evocado miogênico vestibular; VPPB = Vertigem posicional paroxística benigna

As variáveis idioma, país de origem e delineamento do estudo foram descritas para auxiliar na caracterização dos estudos incluídos na revisão, mas não fazem parte dos desfechos principais.

Todos os 28 artigos selecionados foram publicados na língua inglesa. Os países com maior número de publicações foram: Estados Unidos, com cinco (18%) publicações^(8,10,16,18,28) e Brasil, com três (11%)^(20,21,29). O tamanho amostral dos estudos variou de oito a 83 indivíduos com alterações vestibulares periféricas e centrais.

Quanto ao desenho, oito (29%) estudos eram descritivos^(5-6,16-18,28,30,31), 19 (68%) transversais comparativos^(7-10,12-15,19-21,29,32-38) e um (3%) estudo era longitudinal, do tipo coorte⁽³⁹⁾.

Em relação à população/amostra de pacientes com alterações vestibulares incluída nos estudos, as aplicações clínicas mais investigadas referiram-se à doença de Ménière^(5,6,29), síndrome de deiscência do canal semicircular superior^(8-10,32), schwannoma vestibular^(12,13) e doenças centrais^(15-21,36,37).

Nos 28 artigos analisados, três métodos de registro do VEMP foram identificados. O VEMP cervical e o VEMP ocular foram os métodos mais utilizados (Figura 2).

Em relação ao estímulo, observou-se que 19 (68%) estudos utilizaram estímulo auditivo *tone burst* rarefeito^(6-7,9,12,14-18,21,28-31,33,35,36,38,39), três (11%) estudos utilizaram estímulo auditivo *tone burst* rarefeito e estímulo auditivo *click*^(8,13,32), dois (7%) estudos utilizaram estímulo *click*^(10,37), dois (7%) estudos utilizaram estímulo galvânico^(20,34), um (3,5%) estudo utilizou estímulo auditivo *click* e estímulo galvânico⁽⁵⁾ e um (3,5%) estudo utilizou estímulo auditivo *tone burst* rarefeito e estímulo galvânico⁽¹⁹⁾. A corrente do estímulo galvânico variou de 1 a 5 mA^(5,19,20,34).

Em relação à frequência do estímulo auditivo, predominou a frequência de 500 Hz, que foi utilizada em 21 (81%) estudos^(6-8,10,12-16,18-19,28,29,31-33,35-39). Dois (7%) estudos utilizaram a frequência de 1000 Hz^(17,21), um (4%) estudo utilizou 600 Hz⁽⁵⁾, um (4%) estudo utilizou 250 Hz⁽³⁰⁾ e um (4%) estudo utilizou frequência variável⁽⁹⁾.

Para a condução do estímulo auditivo, observou-se que 21 estudos (81%) utilizaram a condução por via aérea^(7-10,14-19,21,28,29,31-33,35-39), dois estudos (7%) utilizaram a condução por via óssea^(6,30) e três estudos (12%) utilizaram a condução por via aérea e por via óssea^(5,12,13).

Para os estudos que utilizaram o VEMP na doença de Ménière^(5,6,29), observou-se que todos adotaram, como método de registro, o VEMP cervical e ocular. Dois destes estudos^(6,29)

utilizaram o estímulo auditivo *tone burst* rarefeito, na frequência de 500 Hz e um estudo⁽⁵⁾ utilizou estímulo auditivo *click*, na frequência de 600 Hz. Quanto à condução do estímulo, observou-se condução por via aérea⁽⁷⁾, por via óssea⁽⁶⁾ e por via aérea e por via óssea⁽⁵⁾.

Com relação à aplicação do VEMP para a síndrome de deiscência do canal semicircular superior^(8-10,32), verificou-se que três estudos⁽⁸⁻¹⁰⁾ utilizaram o registro do VEMP cervical e ocular e um estudo⁽³²⁾ utilizou apenas o registro do VEMP cervical. Destes, um estudo⁽⁹⁾ utilizou estímulo auditivo *tone burst* rarefeito, com frequência variável, um estudo⁽¹⁰⁾ utilizou estímulo auditivo *click*, na frequência de 500 Hz e dois estudos^(8,32) utilizaram estímulo auditivo *tone burst* rarefeito e *click*, na frequência de 500 Hz. Quanto à condução do estímulo, observou-se condução por via aérea em todos os estudos^(8-10,32).

Para o schwannoma vestibular^(12,13), constatou-se que um estudo⁽¹³⁾ utilizou, como método de registro, o VEMP cervical e ocular e outro⁽¹²⁾ utilizou, como método de registro, apenas o VEMP cervical. Um estudo⁽¹²⁾ utilizou estímulo auditivo *tone burst* rarefeito, na frequência de 500 Hz, com condução por via aérea, e o outro⁽¹³⁾ utilizou estímulo auditivo *tone burst* rarefeito e *click*, na frequência de 500 Hz, com condução por via aérea e por via óssea.

Para as doenças centrais^(15-21,36,37), essa revisão mostrou que um estudo⁽¹⁵⁾ utilizou o registro do VEMP cervical e ocular, quatro estudos^(16,21,36,37) utilizaram, apenas o registro do VEMP cervical, dois estudos^(17,18) utilizaram, apenas o registro do VEMP ocular, um estudo⁽²⁰⁾ utilizou apenas o registro do VEMP no músculo sóleo e um estudo⁽¹⁹⁾ utilizou o registro do VEMP cervical e do músculo sóleo. Desses, quatro estudos^(15,16,18,36) utilizaram estímulo auditivo *tone burst* rarefeito, na frequência de 500 Hz, com condução por via aérea, dois^(17,21) utilizaram estímulo auditivo *tone burst* rarefeito, na frequência de 1000 Hz, com condução por via aérea, um⁽³⁷⁾ utilizou estímulo auditivo *click*, na frequência de 500 Hz, com condução por via aérea, um⁽¹⁹⁾ utilizou estímulo auditivo *tone burst* rarefeito, na frequência de 500 Hz, com condução por via aérea e estímulo galvânico na corrente de 2 mA e um⁽²⁰⁾ utilizou apenas estímulo galvânico, na corrente de 2 mA.

O Quadro 2 apresenta uma síntese com as principais características dos métodos de registro do VEMP. As Figuras 3, 4 e 5 mostram os métodos de registro do VEMP com relação ao tipo de estímulo, posicionamento dos eletrodos, músculo de captação da resposta e onda eletrofisiológica gerada.

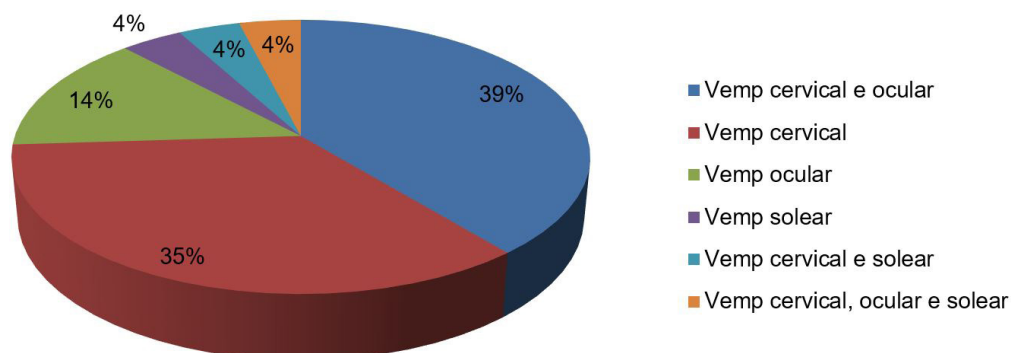


Figura 2. Distribuição dos estudos, de acordo com os métodos de registro do potencial evocado miogênico vestibular
Legenda: VEMP = Potencial evocado miogênico vestibular

Quadro 2. Síntese das principais características dos métodos de registro do potencial evocado miogênico vestibular (VEMP)

Tipos de VEMP	VEMP ocular	VEMP cervical	VEMP do músculo sóleo
Músculo de registro da resposta	Extraoculares, principalmente oblíquo inferior	Esternocleidomastoideo	Sóleo ou Gastrocnêmio
Estímulo mais usado	Auditivo	Auditivo	Galvânico
Via neural avaliada	Trato vestibulo-ocular contralateral	Trato vestibulo-espinhal medial ipsilateral	Trato vestibulo-espinhal lateral ipsilateral
Onda eletrofisiológica bifásica	N10 - P15	P13 - N23	CL – ML

Legenda: VEMP = Potencial evocado miogênico vestibular; N10 = Pico negativo N com latência média de 10 milissegundos; P15 = Pico positivo P com latência média de 15 milissegundos; P13 = Pico positivo P com latência média de 13 milissegundos; N23 = Pico negativo N com latência média de 23 milissegundos; CL = Componente de curta latência (aproximadamente 60 milissegundos); ML = Componente de média latência (aproximadamente 110 milissegundos)

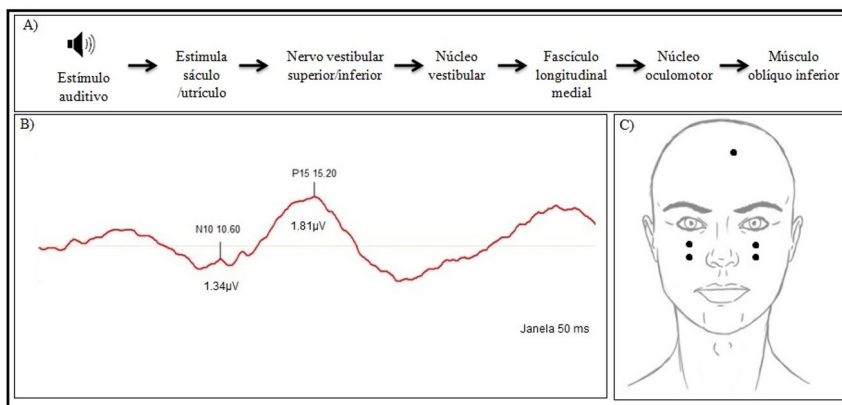


Figura 3. Potencial evocado miogênico vestibular ocular (VEMP ocular). (A) Tipo de estímulo e via de estimulação (B) Onda eletrofisiológica (C) Posicionamento dos eletrodos para registro da resposta

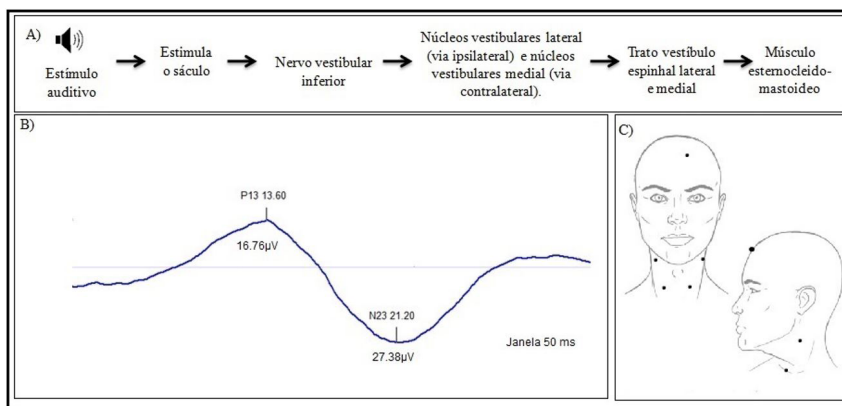


Figura 4. Potencial evocado miogênico vestibular cervical (VEMP cervical). (A) Tipo de estímulo e via de estimulação (B) Onda eletrofisiológica (C) Posicionamento dos eletrodos para registro da resposta

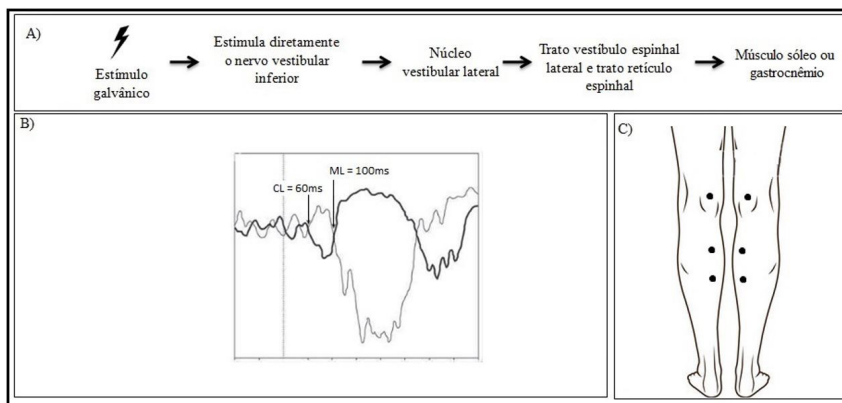


Figura 5. Potencial evocado miogênico vestibular (VEMP) do músculo sóleo. (A) Tipo de estímulo e via de estimulação (B) Onda eletrofisiológica (C) Posicionamento dos eletrodos para registro da resposta

DISCUSSÃO

Os estudos sobre o VEMP com estímulo auditivo evidenciaram o exame como ferramenta auxiliar para o diagnóstico de diversos tipos de alterações vestibulares periféricas, predominando a doença de Ménière^(5,6,29,40) e a deiscência do canal semicircular superior (SSCD)^(8-11,32) e de doenças que cursam com alterações vestibulares centrais, como, por exemplo, as mielopatias motoras⁽¹⁹⁻²⁵⁾ e a doença de Parkinson^(15,41-43).

Na doença de Ménière, alguns autores relataram que as alterações do VEMP cervical ocorrem em decorrência da hidropsia cocleossacular^(5,6). Outros autores entenderam que os resultados do VEMP cervical dependeriam do estágio da doença de Ménière^(29,40). Em estágios precoces, observam-se amplitudes aumentadas no VEMP cervical, em consequência de uma hipersensibilidade do sáculo, que seria causada pela dilatação sacular. Já nos estágios tardios, as amplitudes podem estar atenuadas como resultado da atrofia do epitélio sensorial da membrana sacular⁽²⁹⁾. A alteração concomitante do VEMP cervical e ocular estaria relacionada ao comprometimento sacular e utricular, respectivamente^(5,40). Logo, a alteração simultânea do VEMP cervical e do ocular é mais comum na fase avançada da doença de Ménière^(29,40).

A literatura descreveu que, na SSCD, o registro do VEMP cervical ou ocular apresentou parâmetros de respostas diferentes do que é habitualmente observado em outras doenças vestibulares⁽⁸⁻¹⁰⁾. Observaram-se respostas eletrofisiológicas com estímulo auditivo em menor intensidade sonora, em torno de 70 dB nHL, além de ondas com a amplitude aumentada do lado comprometido, estando a morfologia normal^(11,32). Este achado tem sido associado à alteração da camada óssea que recobre o canal semicircular superior⁽⁸⁻¹⁰⁾ que, estando mais fina, causaria diminuição da impedância e consequente aumento da transmissão sonora para o labirinto, com maior sensibilidade do sáculo ao estímulo sonoro. Assim, a resposta do VEMP em baixa estimulação sonora associada a maior amplitude de onda que aumenta de acordo com o nível de intensidade sonora para ambos os potenciais cervical e ocular, sugere o diagnóstico de SSCD e indica que o sistema vestibular central não é afetado nesta síndrome^(8-11,32).

Em relação às doenças centrais, estudos realizados em indivíduos com mielopatia infecciosa mostraram que as respostas do VEMP cervical apresentaram-se alteradas em mais da metade dos indivíduos com mielopatia^(22,23). O VEMP cervical permitiu o diagnóstico subclínico da disfunção medular, além de avaliar a evolução da doença⁽²¹⁾.

Na doença de Parkinson, o VEMP cervical e o VEMP ocular foram utilizados para avaliar o controle postural. Em estudo que avaliou o reflexo vestibulocólico em indivíduos com doença de Parkinson, observou-se que as respostas do VEMP cervical apresentaram amplitudes reduzidas. Segundo os autores, estes achados podem significar uma redução na atividade vestibular reflexa⁽¹⁵⁾. Outro estudo correlacionou alterações no VEMP cervical e ocular com a instabilidade postural presente na doença de Parkinson⁽⁴³⁾.

Sobre o tipo de estímulo auditivo usado para gerar o VEMP, o *tone burst* foi usado na maioria dos estudos e justifica-se pelo fato do limiar de excitabilidade sacular ser menor com esse estímulo, quando comparado ao *click*, sendo mais confortável para o sujeito avaliado⁽⁴⁾. A frequência de 500 Hz foi a mais usada porque as respostas geradas são mais homogêneas e constantes^(4,44).

Em relação a comparação do estímulo auditivo por via aérea e por via óssea, alguns autores acreditam que a vantagem do VEMP com estímulo ósseo é a possibilidade de testar indivíduos com perda auditiva condutiva^(7,12,17,30). Contudo, a estimulação por via óssea é pouco utilizada, já que a estimulação galvânica, que independe da orelha média, oferece uma resposta eletrofisiológica mais robusta^(42,45,46).

Estudos observaram que o VEMP obtido por estimulação galvânica tem a vantagem de atuar na membrana pós-sináptica, junto aos núcleos vestibulares e, quando associado a outros exames da bateria de testes vestibulares, permite identificar se a alteração vestibular é periférica ou central^(45,46). Como o estímulo galvânico atinge os axônios terminais do nervo vestibular no encontro com o núcleo vestibular, ao se comparar a resposta de um mesmo paciente ao VEMP com estímulo auditivo, em relação ao VEMP com estímulo galvânico, é possível diferenciar se a lesão é vestibular ou retrovestibular^(42,45-47). Por exemplo, na vigência de uma neuropatia vestibular periférica, o VEMP com estímulo auditivo vai se apresentar alterado, enquanto o VEMP galvânico vai se manter normal⁽²⁵⁾.

O VEMP com estímulo galvânico tem se mostrado como uma ferramenta importante para o diagnóstico subclínico de mielopatias motoras^(20,21,25) e para a definição do nível de comprometimento medular⁽¹⁹⁻²¹⁾. Por exemplo, ao se avaliar um paciente com mielopatia motora ou traumática, ao submeter o paciente ao VEMP com estímulo galvânico, com registro da resposta em músculos posturais diferentes (ex: cervical, intercostal e sóleo), é possível inferir sobre o topodiagnóstico da lesão medular, com base em quais músculos apresentaram respostas no VEMP. Na prática, a promediação do VEMP no músculo sóleo deflagrado por estímulo auditivo apresenta um registro difícil de ser captado, decorrente da menor energia acumulada, em comparação com o estímulo galvânico, que é bem mais robusto⁽⁴⁶⁾. Dessa forma, para o VEMP do músculo sóleo, o melhor estímulo é o galvânico. Para o VEMP ocular e cervical, a resposta pode ser gerada tanto com o estímulo auditivo quanto galvânico.

As diferenças metodológicas relacionadas aos parâmetros utilizados para a realização do VEMP e a apresentação dos resultados encontrados limitaram as generalizações das estimativas entre os estudos. Por outro lado, a importância de se utilizar diferentes métodos de registro do VEMP para avaliar a função otolítica e a via vestibular é a diversidade de doenças vestibulares que podem ser avaliadas. Portanto, nas pesquisas sobre eletrofisiologia vestibular, o VEMP surgiu como um ótimo exame complementar e seu uso, associado a outros testes vestibulares, permite uma avaliação mais abrangente e, consequentemente, um melhor conhecimento das estruturas contidas no labirinto e de suas vias neurais.

CONCLUSÃO

Neste artigo, revisamos os aspectos clínicos do VEMP, as modalidades de estímulo e os músculos mais usados para o registro da resposta evocada. O VEMP cervical, o VEMP ocular e o VEMP do músculo sóleo são os mais utilizados. O estímulo auditivo é o mais usado para gerar o VEMP cervical e ocular, enquanto o estímulo galvânico (elétrico) é o mais usado para gerar o VEMP do músculo sóleo. Estes testes são muito importantes para a avaliação da função do sistema vestibular periférico e central.

REFERÊNCIAS

- Silva TR, Resende LM, Santos MAR. Potencial evocado miogênico vestibular ocular e cervical simultâneo em indivíduos normais. *CoDAS*. 2016;28(1):34-40. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20162015040>. PMID:27074187.
- Kantner C, Gürkov R. Characteristics and clinical applications of ocular vestibular evoked myogenic potentials. *Hear Res*. 2012;294(1-2):55-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heares.2012.10.008>. PMID:23123220.
- Cunha LCM, Labanca L, Tavares MC, Gonçalves DU. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) with galvanic stimulation in normal subjects. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2014;80(1):48-53. <http://dx.doi.org/10.5935/1808-8694.20140011>. PMID:24626892.
- Park HJ, Lee IS, Shin JE, Lee YJ, Park MS. Frequency-tuning characteristics of cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials induced by air-conducted tone bursts. *Clin Neurophysiol*. 2010;121(1):85-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2009.10.003>. PMID:19892592.
- Chang CM, Young YH, Jaw FS, Wang CT, Cheng PW. Degeneration of the vestibular nerve in unilateral Meniere's disease evaluated by galvanic vestibular-evoked myogenic potentials. *Clin Neurophysiol*. 2017;128(9):1617-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2017.06.004>. PMID:28719825.
- Lin CY, Wang SJ, Young YH. Correlations between foam posturography and vestibular-evoked myogenic potential tests in Ménière's disease. *Ear Hear*. 2013;34(5):673-9. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e31828d267f>. PMID:23985977.
- Walther LE, Blödw A. Ocular vestibular evoked myogenic potential to air conducted sound stimulation and video head impulse test in acute vestibular neuritis. *Otol Neurotol*. 2013;34(6):1084-9. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0b013e318280da47>. PMID:23370570.
- Janky KL, Zuniga MG, Schubert MC, Carey JP. The effect of increased intracranial pressure on vestibular evoked myogenic potentials in superior canal dehiscence syndrome. *Clin Neurophysiol*. 2015;126(4):780-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2014.06.049>. PMID:25103787.
- Manzari L, Burgess AM, McGarvie LA, Curthoys IS. An indicator of probable semicircular canal dehiscence: ocular vestibular evoked myogenic potentials to high frequencies. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013;149(1):142-5. <http://dx.doi.org/10.1177/0194599813489494>. PMID:23674567.
- Zuniga MG, Janky KL, Nguyen KD, Welgampola MS, Carey JP. Ocular versus cervical VEMPs in the diagnosis of superior semicircular canal dehiscence syndrome. *Otol Neurotol*. 2013;34(1):121-6. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0b013e31827136b0>. PMID:23183641.
- Janky KL, Nguyen KD, Welgampola M, Zuniga MG, Carey JP. Air-conducted oVEMPs provide the best separation between intact and superior canal dehiscent labyrinths. *Otol Neurotol*. 2013;34(1):127-34. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0b013e318271c32a>. PMID:23151775.
- Mahdi P, Amali A, Pourbakht A, Yazdi AK, Bassam A. Vestibular evoked myogenic potential produced by bone-conducted stimuli: a study on its basics and clinical applications in patients with conductive and sensorineural hearing loss and a group with vestibular Schwannoma. *Iran J Otorhinolaryngol*. 2013;25(72):141-6. PMID:24303434.
- Chiarovano E, Darlington C, Vidal PP, Lamas G, de Waele C. The role of cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials in the assessment of patients with vestibular schwannomas. *PLoS One*. 2014;9(8):1-10. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0105026>. PMID:25137289.
- Kim CH, Jang MU, Choi HC, Sohn JH. Subclinical vestibular dysfunction in migraine patients: a preliminary study of ocular and rectified cervical vestibular evoked myogenic potentials. *J Headache Pain*. 2015;16(1):1-9. <http://dx.doi.org/10.1186/s10194-015-0578-5>. PMID:26527349.
- Shalash AS, Hassan DM, Elrassas HH, Salama MM, Méndez-Hernández E, Salas-Pacheco JM, et al. Auditory – and vestibular – evoked potentials correlate with motor and non-motor features of Parkinson's disease. *Front Neurol*. 2017;8:1-8. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2017.00055>. PMID:28289399.
- Miller DM, Klein CS, Suresh NL, Rymer WZ. Asymmetries in vestibular evoked myogenic potentials in chronic stroke survivors with spastic hypertonia: evidence for a vestibulospinal role. *Clin Neurophysiol*. 2014;125(10):2070-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2014.01.035>. PMID:24680197.
- Oh SY, Kim JS, Lee JM, Shin BS, Hwang SB, Kwak KC, Kim C, Jeong SK, Kim TW. Ocular vestibular evoked myogenic potentials induced by air-conducted sound in patients with acute brainstem lesions. *Clin Neurophysiol*. 2013;124(4):770-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2012.09.026>. PMID:23121898.
- Miller DM, Baker JF, Rymer WZ. Ascending vestibular drive is asymmetrically distributed to the inferior oblique motoneuron pools in a subset of hemispheric stroke survivors. *Clin Neurophysiol*. 2016;127(4):2022-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2016.01.019>. PMID:26971485.
- Squair JW, Bjerkefors A, Inglis JT, Lam T, Carpenter MG. Cortical and vestibular stimulation reveal preserved descending motor pathways in individuals with motor-complete spinal cord injury. *J Rehabil Med*. 2016;48(7):589-96. <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-2101>. PMID:27292455.
- Caporali JFM, Gonçalves DU, Labanca L, Oliveira LD, Trindade GVM, Pereira TA, et al. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) triggered by galvanic vestibular stimulation (GVS): a promising tool to assess spinal cord function in Schistosomal Myeloradiculopathy. *PLoS Negl Trop Dis*. 2016;10:1-11.
- Felipe L, Kingma H, Lambertucci JR, Carneiro-Proietti AB, Gonçalves DU. Testing the vestibular evoked myogenic potential (VEMP) to identify subclinical neurological alterations in different phases of human T-lymphotropic virus type 1 infection. *Spine J*. 2013;13(4):397-401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2012.11.015>. PMID:23267739.
- Felipe L, Gonçalves DU, Santos MA, Proietti FA, Ribas JG, Carneiro-Proietti AB, Lambertucci JR. Vestibular-Evoked Myogenic Potential (VEMP) to Evaluate Cervical Myelopathy in Human T-Cell Lymphotropic Virus Type I Infection. *Spine*. 2008;33(11):1180-4. <http://dx.doi.org/10.1097/BRS.0b013e31817152ed>. PMID:18469690.
- Labanca L, Starling AL, Sousa-Pereira SR, Romanelli LC, Carneiro-Proietti ABF, Carvalho LN, et al. Electrophysiological analysis shows dizziness as the first symptom in Human T Cell Lymphotropic Virus Type-Associated Myelopathy/Tropical Spastic Paraparesis. *AIDS Res Hum Retroviruses*. 2015;31(6):649-54. <http://dx.doi.org/10.1089/aid.2014.0153>. PMID:25760424.
- Iles JF, Baderin R, Tanner R, Simon A. Human standing and walking: comparison of the effects of stimulation of the vestibular system. *Exp Brain Res*. 2007;178(2):151-66. <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-006-0721-2>. PMID:17031681.
- Cunha LCM, Tavares MC, Criollo CJT, Labanca L, Paz CCSC, Martins HR, et al. Contribution of galvanic vestibular stimulation in the diagnosis of HTLV-1-associated myelopathy/tropical spastic paraparesis. *J Clin Neurol*. 2013;9(4):252-8. <http://dx.doi.org/10.3988/jcn.2013.9.4.252>. PMID:24285967.

26. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>. PMID:19621072.
27. Malta M, Cardoso LO, Bastos FI, Magnanini MM, Silva CM. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. *Rev Saude Publica.* 2010;44(3):559-65. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102010000300021>. PMID:20549022.
28. Pelosi S, Schuster D, Jacobson GP, Carlson ML, Haynes DS, Bennett ML, et al. Clinical characteristics associated with isolated unilateral utricular dysfunction. *Am J Otolaryngol.* 2013;34(5):490-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjoto.2013.04.008>. PMID:23759133.
29. Silva TR, Resende LM, Santos MAR. Combined ocular and cervical vestibular evoked myogenic potential in individuals with vestibular hyporeflexia and in patients with Ménière's disease. *Rev Bras Otorrinolaringol (Engl Ed).* 2017;83(3):330-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.04.017>. PMID:27320652.
30. Saka N, Seo T, Fujimori K, Mishiro Y, Sakagami M. Vestibular-evoked myogenic potential in response to bone-conducted sound in patients with otosclerosis. *Acta Otolaryngol.* 2012;132(11):1155-9. <http://dx.doi.org/10.3109/00016489.2012.694473>. PMID:22830649.
31. Tal D, Shemy S, Kaminski-Graif G, Wiener G, Hershkovitz D. Vestibular evoked myogenic potentials and motion sickness medications. *Clin Neurophysiol.* 2016;127(6):2350-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2016.03.010>. PMID:27178852.
32. Brantberg K, Verrecchia L. Effectiveness of different click stimuli in diagnosing superior canal dehiscence using cervical vestibular evoked myogenic potentials. *Acta Otolaryngol.* 2012;132(10):1077-83. <http://dx.doi.org/10.3109/00016489.2012.689858>. PMID:22779948.
33. Demirhan H, Yıldız M, Yiğit Ö. Do Vestibular-evoked myogenic potential abnormalities in patients with cochlear implant only reflect saccular dysfunction? *J Int Adv Otol.* 2016;12(2):166-9. <http://dx.doi.org/10.5152/iao.2016.2522>. PMID:27716603.
34. Tax CMW, Bom AP, Taylor RL, Todd N, Cho K-KJ, Fitzpatrick RC, Welgampola MS, et al. The galvanic whole-body sway response in health and disease. *Clin Neurophysiol.* 2013;124(10):2036-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2012.12.041>. PMID:23849702.
35. Sreenivasan A, Sivaraman G, Parida PK, Alexander A, Saxena SK, Suria G. The clinical utility of vestibular evoked myogenic potentials in patients of benign paroxysmal positional vertigo. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(6):1-3. PMID:26266140.
36. Güven H, Bayır O, Aytaç E, Ozdek A, Comoğlu SS, Korkmaz H. Vestibular-evoked myogenic potentials, clinical evaluation, and imaging findings in multiple sclerosis. *Neurol Sci.* 2014;35(2):221-6. <http://dx.doi.org/10.1007/s10072-013-1483-9>. PMID:23807120.
37. Harirchian MH, Karimi N, Nafisi S, Akrami S, Ghanbarian D, Gharibzadeh S. Vestibular evoked myogenic potential for diagnoses of multiple sclerosis: is it beneficial? *Med Glas (Zenica).* 2013;10(2):321-6. PMID:23892852.
38. Iwasaki S, Egami N, Inoue A, Kinoshita M, Fujimoto C, Murofushi T, et al. Ocular vestibular evoked myogenic potential elicited from binaural air-conducted stimulations: clinical feasibility in patients with peripheral vestibular dysfunction. *Acta Otolaryngol.* 2013;133(7):708-13. <http://dx.doi.org/10.3109/00016489.2013.767476>. PMID:23768055.
39. Parkes WJ, Gnanasegaram JJ, Cushing SL, McKnight CL, Papsin BC, Gordon KA. Vestibular evoked myogenic potential testing as an objective measure of vestibular stimulation with cochlear implants. *Laryngoscope.* 2017;127(2):E75-81. <http://dx.doi.org/10.1002/lary.26037>. PMID:27291637.
40. Wen MH, Cheng PW, Young YH. Augmentation of ocular vestibular evoked myogenic potentials via bone-conducted vibration stimuli in Meniere's disease. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012;146(5):797-803. <http://dx.doi.org/10.1177/0194599811433982>. PMID:22237297.
41. Kataoka H, Okada Y, Kiriya T, Kita Y, Nakamura J, Morioka S, et al. Can postural instability respond to galvanic vestibular stimulation in patients with Parkinson's Disease? *J Mov Disord.* 2015;9(1):40-3. <http://dx.doi.org/10.14802/jmd.15030>. PMID:26648182.
42. Samoudi G, Jivegard M, Mulavara AP, Bergquist F. Effects of stochastic vestibular galvanic stimulation and LDOPA on balance and motor symptoms in patients with Parkinson's disease. *Brain Stimul.* 2015;8(3):474-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brs.2014.11.019>. PMID:25573070.
43. Natale ER, Ginatempo F, Paulus KS, Pes GM, Manca A, Tolu E, et al. Abnormalities of vestibular-evoked myogenic potentials in idiopathic Parkinson's disease are associated with clinical evidence of brainstem involvement. *Neurol Sci.* 2015;36(6):995-1001. <http://dx.doi.org/10.1007/s10072-014-2054-4>. PMID:25567081.
44. Cheng PW, Huang TW, Young YH. The influence of clicks versus short tone bursts on the vestibular evoked myogenic potentials. *Ear Hear.* 2003;24(3):195-7. <http://dx.doi.org/10.1097/01.AUD.0000069225.80220.CB>. PMID:12799540.
45. Carmona S, Ferrero A, Pianetti G, Escolá N, Arteaga MV, Frankel L. Galvanic vestibular stimulation improves the results of vestibular rehabilitation. *Ann N Y Acad Sci.* 2011;1233(1):1-7. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06269.x>. PMID:22360772.
46. Watson SRD, Colebatch JG. Vestibular-evoked electromyographic responses in soleus: a comparison between click and galvanic stimulation. *Exp Brain Res.* 1998;119(4):504-10. <http://dx.doi.org/10.1007/s002210050366>. PMID:9588785.
47. Collard M. The vestibular system: from structure to function. *Rev Prat.* 1994;44(3):295-8. PMID:8178092.