

Potenciais miogênicos evocados vestibulares: metodologias de registro em homens e cobaias

Vestibular evoked myogenic potential: recording methods in humans and guinea pigs

Aline Cabral de Oliveira¹, Ricardo David², José Fernando Colafêmina³

Palavras-chave: eletromiografia, métodos, potenciais evocados auditivos.

Keywords: electromyography, methods, evoked potentials auditory.

Resumo / Summary

O potencial miogênico evocado vestibular (VEMP) é um teste clínico que avalia a função vestibular através de um reflexo vestibulo-cervical inibitório captado nos músculos do corpo em resposta à estimulação acústica de alta intensidade. **Objetivo:** Verificar e analisar os diversos métodos de registro dos potenciais miogênicos evocados vestibulares no homem e em cobaias. **Material e Método:** Realizou-se busca eletrônica nas bases de dados MEDLINE, LILACS, SCIELO e COCHRANE. **Resultados:** Foram verificadas divergências quanto às formas de registro dos potenciais miogênicos evocados vestibulares, relacionadas com os seguintes fatores: posição do paciente no momento do registro, tipo de estímulo sonoro utilizado (clicks ou tone bursts), parâmetros para a promediação dos estímulos (intensidade, frequência, tempo de apresentação, filtros, ganho de amplificação das respostas e janelas para captação dos estímulos), tipo de fone utilizado e forma de apresentação dos estímulos (monoaural ou binaural, ipsi ou contralateral). **Conclusão:** Não existe consenso na literatura quanto ao melhor método de registro dos potenciais evocados miogênicos vestibulares, havendo necessidade de pesquisas mais específicas para comparação entre estes registros e a definição de um modelo padrão para a utilização na prática clínica.

The vestibular evoked myogenic potential (VEMP) is a clinical test that assess the vestibular function by means of an inhibitory vestibulo-neck reflex, recorded in body muscles in response to high intensity acoustic stimuli. **Aim:** To check and analyze the different methods used to record VEMPs in humans and in guinea pigs. **Materials and Methods:** We researched the following databases: MEDLINE, LILACS, SCIELO and COCHRANE. **Results:** we noticed discrepancies in relation to the ways used to record the vestibular evoked myogenic potentials in relation to the following factors: patient position at the time of recording, type of sound stimulus used (clicks or tone bursts), parameters for stimuli mediation (intensity, frequency, duration of presentation, filters, response amplification gain and windows for stimulus recording), type of phone used and way of stimulus presentation (mono or binaural, ipsi or contralateral). **Conclusion:** There is no consensus in the literature as to the best recording method for vestibular evoked myogenic potentials. We need more specific studies in order to compare these recordings and establish a standard model to use it in the clinical practice.

¹ Mestre em Ciências Médicas pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

² Mestre em Física aplicada à medicina pela USP - Ribeirão Preto, Pós-graduando da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

³ Livre-docente pela USP - Ribeirão Preto, Professor-assistente doutor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

Endereço para correspondência: Aline Cabral de Oliveira - Rua Antônio Vieira Filho quadro 08 número 30 Tabuleiro Maceió AL.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 23 de junho de 2007. cod. 4622.

Artigo aceito em 29 de setembro de 2007.

INTRODUÇÃO

O potencial miogênico evocado vestibular, do inglês Vestibulo Evoked Myogenic Potential (VEMP), é um teste clínico que avalia a função vestibular através de um reflexo dissináptico vestibulo-cervical inibitório captado nos músculos do corpo em resposta à estimulação acústica do século¹⁻⁴.

Historicamente, os potenciais evocados vestibulares por estimulação sonora foram pesquisados por estudiosos dos potenciais evocados auditivos corticais⁵⁻⁷. Inicialmente, para o registro destes potenciais, os eletrodos ativos eram posicionados sobre o escalpe: íonion e região retroauricular. Os eletrodos de referência eram colocados sobre o lóbulo da orelha ou sobre o nariz. O posicionamento do eletrodo ativo sobre o íonion proporcionava a captação da atividade eletromiográfica da musculatura occipital e cervical posterior, e quando colocado sobre a região retroauricular, registrava a do músculo auricular posterior. Segundo estes autores, as respostas retroauriculares eram mais inconsistentes que as do íonion e estavam presentes em poucos indivíduos com audição normal. Esse achado foi atribuído à característica resquidiosa do músculo retroauricular, com grande variação interpessoal⁷. Estes autores observaram ainda que o registro destes potenciais no trapézio, que é um músculo cervical posterior, era semelhante ao captado no íonion. Na captação do potencial evocado vestibular, a colocação do eletrodo ativo de registro sobre o grupo muscular estudado aumenta os potenciais musculares em detrimento dos potenciais neurais que ocorrem simultaneamente⁵.

Em 1992, foi realizado estudo¹ com a captação do VEMP sobre os músculos esternocleidomastóideos interpretando-os à semelhança do registro sobre a musculatura cervical posterior. Outros autores⁸, em 1997, realizaram registro deste potencial sobre a musculatura cervical anterior (músculo esternocleidomastóideo) e posterior (músculo trapézio) em indivíduos com audição normal. Neste estudo foram verificadas diferenças relacionadas com as latências e amplitudes absolutas dos picos do traçado, entretanto, não relataram as vantagens e desvantagens intrínsecas a cada método.

A partir das inúmeras pesquisas no campo dos potenciais miogênicos evocados vestibulares (VEMP), várias técnicas de aquisição foram desenvolvidas e este teste pode ser adquirido por diversos tipos de estímulos e ser registrado em vários músculos do corpo.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi, por meio de levantamento bibliográfico, verificar e analisar os diversos métodos de registro dos potenciais miogênicos evocados vestibulares no homem e em cobaias.

MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi realizado por meio de busca ele-

trônica nas bases de dados MEDLINE, LILACS, SCIELO e biblioteca COCHRANE, de artigos publicados no período de 1964 a 2007, a partir da palavra que caracterizou a temática: VEMP.

A busca eletrônica ampla foi realizada; entretanto, foram selecionados apenas os artigos que descreveram, no estudo, o método detalhado de registro do VEMP. As técnicas aqui relatadas foram experimentadas, empiricamente, em um ambulatório de otorrinolaringologia localizado na cidade de Ribeirão Preto - SP e serão descritas em trabalho posterior.

RESULTADOS

Foram encontrados 105 artigos a partir da busca eletrônica realizada, no período de 1964 a 2007. Destes, apenas 47 estavam dentro dos critérios pré-estabelecidos para a amostra.

A partir da pesquisa mencionada, foram verificadas divergências quanto às formas de registro dos potenciais miogênicos evocados vestibulares. Os parâmetros mais importantes para serem considerados na realização do VEMP são:

Equipamento para teste

Qualquer aparelho capaz de registrar potenciais evocados de média latência, devidamente configurado, pode ser utilizado para captação do VEMP. Em nossos experimentos, foram utilizados os seguintes modelos: Nicolette CA 2000 (CITO HM 8510 IMPR.), ATI Nautilus PE versão 4.19 LERMEC S.R.L Bio-Logic System Corp. Mod Traveller E-UNIT, além de um protótipo experimental, a ser descrito em trabalho posterior.

Equipamentos com um canal de registro conseguem captar este potencial. Entretanto, o uso de dois ou mais canais proporciona recursos extras, como, por exemplo, a possibilidade de se comparar registros entre os dois hemisférios⁹⁻¹¹. Essa análise conjunta dos dois hemisférios pode ser realizada pela possibilidade de promediação de estímulos monaurais e binaurais, mediante fones de ouvido^{9,12} ou por meio de vibradores ósseos (colocado no mastóide, diretamente atrás do pavilhão auricular)¹³.

O aparelho deve ser adaptado para captação de potenciais de média latência, com janela de 100ms (10ms por divisão), a qual é padrão na maioria dos estudos¹³⁻¹⁵. Entretanto, em alguns casos, foram verificados registros em janelas de 50, 60 ou 80ms^{10,16-19}.

Promediação dos estímulos

A apresentação dos estímulos sonoros pode ser realizada utilizando-se fones de ouvido ou fones de inserção^{16,21,20}, quando as promediações acontecem por via aérea, ou por meio de vibrador ósseo (colocado no processo mastóideo), quando o estímulo é fornecido por via óssea^{13,15,22,23}. Os registros, geralmente, são realizados

utilizando-se eletrodos de superfície^{13,15,16,18,24}, do tipo circular, com diâmetro superior a 8mm²⁰.

Os estímulos podem ser promediados por meio de tone bursts (nas frequências de 250Hz²⁵, 500Hz^{13,15,19,25-28}, 1000Hz^{25,28}, 3000Hz¹⁰, 5000Hz^{15,21}) ou clicks^{2,9,11,14,16,17,19,21,22,24,29}, os quais deverão ser aplicados com intensidades maiores que 75 dBNA. Atualmente, são utilizadas intensidades de estímulo superiores a 90 dBNA^{2,8-11,14-16,18,19,24,28-31}. Entretanto, em vários estudos, pesquisa-se o limiar por meio de estímulos de diferentes intensidades (com técnica ascendente ou descendente) até encontrar a menor intensidade de estímulo capaz de eliciar uma resposta^{2,21,25,32}.

O registro é adquirido pela técnica de promediação ou somação e os parâmetros utilizados, na maioria dos estudos, são iguais ou superiores a 200 estímulos^{2,8-10,14,17,20,26,27,30,31}. Em geral, quanto maior o número de estímulos e menor a taxa de aplicação (quantidade de estímulos por segundo), melhor a qualidade do registro. Contudo, estas alterações tendem a aumentar o tempo de registro.

Para a eliminação de artefatos e interferências na captação dos sinais, utilizaram-se, normalmente, filtros passa-banda de 20 a 2000Hz^{15-19,22,24,27,28}. Entretanto, na literatura, foram também relatados os filtros passa-banda de 10 a 2500Hz¹⁰; 10 a 3000Hz²¹, 10 a 2000Hz^{25,31}, 20 a 2500Hz¹³, 15 a 20000Hz²⁶ e 30 a 3000Hz²⁰.

Em apenas um estudo²⁷, foi realizado mascaramento contralateral ao estímulo, utilizando-se um ruído passa-banda.

Sala de teste e preparação do paciente

O VEMP deve ser realizado em sala silenciosa (não há necessidade de tratamento acústico)^{8,21,10}, com temperatura ambiente amena e constante, e o paciente deverá estar sentando em uma cadeira confortável ou deitado em uma maca. Deve-se orientar o paciente e/ou os familiares quanto aos procedimentos realizados durante o teste para evitar possíveis tensões físicas e/ou emocionais, as quais podem interferir no registro do potencial.

Deve-se realizar a limpeza da pele do paciente com auxílio de algodão embebido em álcool. Em seguida, os eletrodos deverão ser fixados com fita adesiva, após utilização prévia de pasta eletrolítica¹⁰.

Procedimentos para teste

Registro no vértex e no ínion

Nestes tipos de registro, o eletrodo referência é fixado no lóbulo da orelha, o ativo no vértex (ponto mais alto da cabeça) ou no ínion (superfície medial mais evidente da base do osso occipital). Os eletrodos referência são colocados na superfície do processo espinhal da sétima vértebra cervical e o eletrodo terra na frente²⁷. O posicionamento centralizado dos eletrodos com relação ao crânio os coloca em posição equidistante em relação

aos sistemas vestibulares direito e esquerdo, impedindo a diferenciação concomitante entre os dois hemisférios.

Para o seu correto registro, é necessário que o paciente force a cabeça para trás, aplicando força na nuca^{5,6,33}. Para isso, usa-se a bolsa do esfignomanômetro colocada entre a nuca e o encosto da cadeira e regula-se a força (inferida da pressão) pelo manômetro do aparelho, em que, em nossos estudos, utilizamos como aferição padrão o valor de 20mm mercúrio. Entretanto, o uso deste dispositivo como controlador do tônus muscular não deve ser muito utilizado, visto que apresenta interferências intrínsecas ao método, como: posicionamento variável da bolsa em relação à cabeça, falta de controle inicial da pressão da bolsa e modo como é acomodada a bolsa junto ao corpo do indivíduo.

A captação dos potenciais, nestas regiões anatômicas, não tem aplicação clínica comprovada, uma vez que existem fatores que comprometem este registro. Dentre eles, o posicionamento dos eletrodos na porção medial do crânio, equidistante entre os sistemas vestibulares esquerdo e direito (muito próximo um do outro), que prejudica a comparação entre os dois hemisférios, principalmente com o estímulo binaural. Um outro aspecto seria a colocação dos eletrodos na cabeça, a qual é dificultada pela presença do cabelo, exigindo cuidados adicionais ou tricotomia localizada, o que causaria grande incômodo aos pacientes.

Registro no músculo trapézio

Para a captação do VEMP no músculo trapézio, os eletrodos ativos devem ser posicionados na altura das 5ª e 6ª vértebras cervicais (aproximadamente a 1,5 cm da linha de centro vertical da coluna vertebral), os eletrodos de referência na porção medial da linha da clavícula e o eletrodo de terra no ponto central da frente^{2,34}.

Durante a captação deste potencial miogênico, o paciente deve permanecer sentando com a bolsa do esfignomanômetro colocada no encosto de sua cadeira, a qual servirá para verificar a força empregada pelo paciente durante o exame. Esta força está intrinsecamente relacionada ao aumento da contração do músculo trapézio, a qual proporciona uma potencialização na captação deste potencial. Assim, bombeia-se uma pequena quantidade de ar na bolsa e depois pressiona-se a cabeça contra esta (em direção ao encosto da cadeira) até o mostrador do manômetro indicar o valor típico de 20mm de mercúrio, que deve ser controlado pelo paciente de forma a manter este valor constante.

Um outro método empregado para captar o VEMP no músculo trapézio seria posicionar o paciente deitado na posição prona, com a cabeça para fora dos limites da maca de forma a ser obrigado a manter a cabeça erguida, contraindo assim, naturalmente, o músculo trapézio^{2,34}.

Registro no músculo esternocleidomastóideo

Para o registro do VEMP neste músculo, o eletrodo ativo deverá ser colocado na metade superior do músculo esternocleidomastóideo ipsilateral à estimulação^{2,8,13,14,17,19,20,25,27,28}. Com relação à colocação do eletrodo de referência, foram relatadas as seguintes posições: na borda superior do esterno^{2,13,14,17,19,20,24,27,28,32}, no tendão do músculo esternocleidomastóideo²⁵ ou na metade da borda superior da clavícula²⁶. Na maioria dos estudos, o eletrodo terra deve ser posicionado na linha média frontal^{10,13-16,18,24-27,31}.

O paciente deverá permanecer sentado, com rotação lateral máxima de cabeça para o lado contralateral ao estímulo, com a finalidade ativar o músculo, e com a linha dos olhos paralela ao chão^{9,10,13,16-19,24,25,27}. É comum a tendência natural de o paciente encostar o queixo no ombro, o que é incorreto.

Alguns autores^{30,26} relatam outra técnica para o registro simultâneo bilateral (nos músculos ipsi e contralaterais), na qual o paciente permanece em posição prona com a cabeça erguida sem apoio, propiciando, assim, a tensão muscular necessária para o registro^{17,26,35}. Outra possibilidade de captação seria solicitar que o paciente, nesta mesma posição, levantasse a cabeça e realizasse flexão cervical posterior para obtenção de contração bilateral dos músculos esternocleidomastóideos²⁶.

Registro no músculo esplênio da cabeça

Para a captação do VEMP neste músculo, o paciente deve estar na posição prona e deverá permanecer com a cabeça levantada, olhando para frente. Os eletrodos ativos deverão ser colocados, aproximadamente, na linha média entre o processo mastóideo e o processo espinhal da sétima vértebra cervical (C7), onde o músculo poderá ser apalpado contra a resistência. E o eletrodo referência no processo espinhal de C7²⁰.

Registro nos membros superiores e inferiores

Na literatura, verifica-se esse registro nos músculos dos membros superiores e inferiores, sendo necessário um número elevado de estímulos (normalmente maior que mil), com quatro ou cinco sessões, que vão resultar em uma única onda bifásica, com latência média entre 40 e 60ms. A potência e a intensidade de contração muscular (durante o registro) estão diretamente relacionadas com a amplitude da onda registrada⁵.

Registro no músculo retroauricular

O registro neste músculo é pouco recomendável em decorrência de sua natureza resquidiosa, o que faz com que, em alguns pacientes, seja um procedimento inoperante⁷.

Registro em cobaias

De acordo com a literatura, o registro do VEMP

em cobaias é realizado, normalmente, de forma invasiva, por meio de eletrodos posicionados diretamente no nervo alvo do registro, visto que é dificultada pela necessidade de contração muscular durante a captação na musculatura³⁶⁻³⁹.

Em estudo recente⁴⁰, realizou-se treinamento prévio das cobaias, o que possibilitou a obtenção de uma técnica de fácil captação do VEMP, diretamente na musculatura, sem a necessidade de métodos invasivos. Nesta pesquisa, observou-se maior facilidade de registro no músculo trapézio, dadas às características do método de treinamento prévio dos animais para conseguir uma contração muscular satisfatória. Nestes registros, os eletrodos ativos eram posicionados na região mediana cervical posterior, a 2cm um do outro, e equidistantes da linha central da coluna vertebral; o de referência na porção medial do tórax e o terra em uma das patas ou na frente. Para o treinamento das cobaias, foi utilizado um vasilhame com água, onde se aproximava o nariz do animal deste líquido, de forma a forçá-lo a mover a cabeça, como um mecanismo de autoproteção contra o afogamento, o que proporcionava a contração muscular necessária para o exame. Algumas cobaias, facilmente, se adaptaram após algumas tentativas e permaneceram estáticas com a cabeça protendida de forma a manter estirado os músculos trapézios. Entretanto, em alguns casos, as cobaias se mostraram mais “arredias”, insistindo, mesmo após várias tentativas, em uma atitude de movimentos frenéticos rotacionais da cabeça. Nestes casos, optamos por substituir as cobaias por animais mais dóceis.

DISCUSSÃO

Nos últimos anos, o estudo dos potenciais miogênicos evocados vestibulares tem sido bastante apreciado por estudiosos da otoneurologia de todo o mundo. Pelo mundo, em países desenvolvidos, notadamente na Europa e nos Estados Unidos, os potenciais miogênicos evocados por clicks vêm sendo empregados como exame complementar para estudos otoneurológicos. No Brasil, entretanto, ainda são muito pouco explorados.

Apesar de relativamente antigo, descoberto no final da segunda metade da década de 50, este reflexo é pouco conhecido, compondo um universo de possíveis pesquisas e aplicações.

Em alguns países, o registro deste potencial já tem se tornado prática comum na rotina de médicos e fonoaudiólogos. Ainda que a sua estrutura não esteja toda desvendada, dado o pouco tempo desde que suscitou interesse mais acurado por parte do mundo científico, a análise deste reflexo tem trazido crescente auxílio no diagnóstico de condições patológicas severas, como tumor do acústico (neurite vestibular), doença de Ménière, esclerose múltipla e perda auditiva sensorioneural⁴¹⁻⁴⁵.

Entretanto, não existe um método considerado

como padrão para a realização destes exames e inúmeras pesquisas estão sendo desenvolvidas na tentativa de verificar o melhor método de registro deste potencial.

Na literatura^{2,8,13,14,17,19,20,25,27,28,34}, foi verificado que, os músculos trapézios e esternocleidomastóideos possibilitam melhor captação do VEMP, em decorrência da facilidade de colocação dos eletrodos e da maior promoção do potencial de ação do músculo, necessária para a obtenção deste potencial, sendo praticamente inviável o registro nas outras regiões anatômicas.

Com relação à promediação dos estímulos, os tones bursts necessitam de um menor limiar de estimulação que a evocação por clicks^{46,23}. O estímulo tone-burst de 500Hz mostra ser, clinicamente, o mais apropriado porque esses VEMPs podem ser eliciados por estímulos da menor intensidade possível⁴⁵⁻⁴⁷.

Na maioria dos estudos^{2,8-11,14-16,18,19,24,28-31}, os estímulos foram promediados por meio de fones de ouvidos em detrimento dos vibradores ósseos e as intensidades foram, normalmente, superiores a 90 dBNA.

Existe uma grande variedade na escolha dos filtros para a eliminação dos artefatos e das janelas de registro deste potencial, entretanto, os mais utilizados são os de 20 a 2000Hz^{15-19,22,24,27,28} e as janelas de 100ms¹³⁻¹⁵, respectivamente.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, não existe consenso na literatura quanto ao melhor método de registro dos potenciais evocados miogênicos vestibulares, havendo necessidade de pesquisas mais específicas para comparação entre estes registros e a definição de um modelo padrão para a utilização na prática clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Colebatch JG, Halmagyi GM. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular differentiation. *Neurology* 1992;(42):1635-6.
2. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994;(57):190-7.
3. Halmagyi GM, Curtíos IS. Pruebas de función otológica. *Rev Med Univ Navarra* 2003;(47):29-37.
4. McCue MP, Guinan JJ Jr. Acoustically responsive fibers in the vestibular nerve of the cat. *J Neurosci* 1994;(14):6058-70.
5. Bickford RG, Jacobson JL, Cody DTR. Nature of averaged evoked potentials to sound and the other stimuli in man. *Ann NY Acad Sci* 1964;112:204-23.
6. Cody DTR, Jacobson JL, Walker JC, Bickford RG. Averaged evoked myogenic and cortical potentials to sound in man. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1964;78:763-77.
7. Cody DTR, Bickford RG. Averaged evoked myogenic responses in normal man. *Laryngoscope* 1969;79:400-16.
8. Ferber-Viart C, Duclaux R, Colleaux B, Dubreil C. Myogenic vestibular evoked potentials in normal subjects: comparison between responses obtained on sternomastoid and trapezius muscles. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1997;117:472-81.
9. Guillén VP, García EG, Piñero AG, Del Rey AP, Pérez CM, Garrigues HP. Potencial vestibular miogénico evocado: un aporte al conocimiento de la fisiología vestibular. Patrones cuantitativos en la población normal. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2005;(56):349-53.
10. Ribeiro S, Almeida RR, Caovilla HH, Ganança MM. Dos potenciais evocados miogênicos vestibulares nas orelhas comprometida e assintomática na Doença de Ménière unilateral. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2005;71(1):60-6.
11. Robertson DD, Ireland DJ. Vestibular evoked myogenic potentials. *J Otolaryngol* 1995;24:3-8.
12. Wu CH, Murofushi T. The effect of click repetition rate on vestibular evoked myogenic potential. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1999;119(1):29-32.
13. Basta D, Todt I, Ernst A. Normative data for P1/N1 - latencies of vestibular evoked myogenic potentials induced by air- or bone-conducted tone bursts. *Clin Neurophysiol* 2005;(116):2216-9.
14. Lim CL, Clouston P, Sheean G, Yiannikas C. The influence of voluntary EMG activity and click intensity on the vestibular click evoked myogenic potential. *Muscle Nerve* 1995;18:1210-3.
15. Sheykholesami K, Kaga K, Megerian CA, Arnold JE. Vestibular-Evoked Myogenic Potentials in Infancy and Early Childhood. *Laryngoscope* 2005;(115):1440-4.
16. Huang TW, Su HC, Cheng PW. Effect of click duration on vestibular-evoked myogenic potentials. *Acta Oto-Laryngol* 2005;125:141-4.
17. Murofushi T, Matsuzaki M, Mizuno M. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with acoustic neuromas. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;124:509-12.
18. Su H, Huang T, Young Y, Cheng P. Aging effect on vestibular evoked myogenic potential. *Otol Neurotol* 2004;25(6):977-80.
19. Wu CH, Murofushi T. The effect of click repetition rate on vestibular evoked myogenic potential. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1999;119(1):29-32.
20. Wu CH, Young YH, Murofushi T. Tone Burst-evoked Potentials in Human Neck Flexor and Extensor. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1999;119:741-4.
21. Kelsch TA, Schaefer MA, Esquivel CR. Vestibular Evoked Myogenic Potentials in Young Children: Test Parameters and Normative Data. *Laryngoscope* 2006;(116):895-900.
22. Sheykholeslami K, Murofushi T, Kermany MH, Kaga K. Bone-conducted Evoked Myogenic Potentials from the Sternocleidomastoid Muscle. *Acta Otolaryngol* 2000;(120):731-4.
23. Welgampola M, Rosegren SM, Halmagyi GM, Colebatch JG. Vestibular activation by bone conducted sound. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003;(74):771-8.
24. Murofushi T, Matsuzaki M, Wu CH. Short tone burst-evoked myogenic potentials on the sternocleidomastoid muscle: are these potentials also of vestibular origin? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;125:660-4.
25. Timmer FCA, Guangwei Z, Guinan JJ, Kujawa SG, Hermann BS, Rauch SD. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) in Patients with Ménière's disease with Drop Attacks. *Laryngoscope* 2006;(116):776-9.
26. Magliulo G, Cuiuli G, Gagliardi M, Ciniglio-Appiani G, D'Amico R. Vestibular Evoked Myogenic Potentials and Glycerol Testing. *Laryngoscope* 2004;114:338-43.
27. Sakakura K, Takahashi K, Takayasu Y, Chikamatsu K, Furuya N. Novel Method for Recording Vestibular Evoked Myogenic Potential: Minimally Invasive Recording on Neck Extensor Muscles. *Laryngoscope* 2005;115:1768-73.
28. Vicini C, Mira E, Valli P, Valu S, Montevicchi F. I Potenziali evocati vestibolari nella pratica clinica: La nostra esperienza com I VEMPs. *Otöneurologia* 2000;2:7-13.
29. Halmagyi GM, Yavor RA, Colebatch JG. Tapping the head activates the vestibular system: a new use for the clinical reflex hammer. *Neurology* 1995;45:1927-9.
30. Chin-Lung W, Young Y. Vestibular Evoked Myogenic Potentials in Acute Low-Tone Sensorineural Hearing Loss. *Laryngoscope* 2004;114:2172-5.

-
31. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics and Clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials. *Neurology* 2005;64:1682-8.
 32. Ochi K, Ohashi T. Age related changes in the vestibular-evoked myogenic potentials. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129:655-9.
 33. Kavanagh KT, Harker LA, Tyler RS. Auditory brainstem and middle latency responses. I. Effects of response filtering and waveform identification. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1984;93(1):2-12.
 34. Ferber-Viart C, Soulier N, Dubreuil C, Duclaux R. Cochleovestibular Afferent Pathways of Trapezius Muscle Responses to Clicks in Human. *Acta Otolaryngol (Stockl)* 1998;118:6-10.
 35. Ferber-Viart C, Dubreuil C, Duclaux R, Collet L. Réflexe sonomoteur vestibulaire dans les neurinomes de l'acoustique. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1995;116:47-51.
 36. Cazals Y, Aran JM, Erre JP, Guilhaume A. Acoustic rponses after total destruction of the cochlear receptor: brainstem and auditory cortex. *Science* 1980;210:83-6.
 37. Murofushi T, Curthoys IS, Topple AN, Colebatch JC, Halmagyi GM. Responses of guinea pig primary vestibular neurons to clicks. *Exp Brain Res* 1995;103:174-8.
 38. Mccue MP, Guinan JJ. Acoustically responsive fibers in the vestibular nerve of the cat. *J Neurosci* 1994;14:6058-70.
 39. Murofushi T, Curthoys IS, Gilchrist DP. Response of guinea pig vestibular nucleus neurons to clicks. *Exp Brain Res* 1996;111:149-52.
 40. David R, Colafêmina JF. Neurectomia vestibular e coclear no guinea pig vivo: uma via occipital. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2001;67(5):604-10.
 41. Kentaro O, Toru OACL. Age-related changes in the vestibular-evoked myogenic potentials. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;129(6):659-65.
 42. Murofushi T, Shimizu K, Takegoshi H, et al. Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potential. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;127:1069-72.
 43. Ochi K, Ohashi T, Nishino H. Variance of vestibular evoked myogenic potential. *Laryngoscope* 2001;111:522-7.
 44. Ochi K, Ohashi T, Kinoshita H. Acoustic tensor tympani response and vestibular-evoked myogenic potential. *Laryngoscope* 2002;112:2225-9.
 45. Rauch SD et al. Vestibular evoked myogenic potentials versus vestibular test battery in patients with Meniere's disease. *Otol Neurotol* 2004;981-6.
 46. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics of tone bursts-evoked myogenic potentials in the sternocleidomastoid muscles. *Otol Neurotol* 2001;22(6):796-802.
 47. Akin FW, Murnane OD. Vestibular evoked myogenic potentials: Preliminary report. *J Am Acad Audiol* 2001;12:445-52.