

# Potenciais evocados miogênicos vestibulares: uma modelagem preliminar

Relato de caso

Recebido em 25/02/2008

Aprovado em 17/03/2008

## *Vestibulo evoked myogenic potentials: a prelusive pattern*

Aline Cabral de Oliveira<sup>1</sup>, Ricardo David<sup>2</sup>, José Fernando Colafêmina<sup>3</sup>, Pedro de Lemos Menezes<sup>4</sup>

1) Pós-graduanda pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP - Fonoaudióloga

2) Mestre em Física Aplicada à Medicina e Biologia pela USP - Ribeirão Preto - Pós-graduando pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

3) Livre-docência (USP); Doutorado em medicina Otorrinolaringologia (USP) - Professor assistente doutor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP)

4) Doutor em Física Aplicada à medicina (USP- Ribeirão Preto) - Professor Assistente da Faculdade de Fonoaudiologia de Alagoas

Instituição Departamento de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP - Ribeirão Preto - SP - Brasil

Endereço de correspondência: Hospital das Clínicas "Campus" - 4100 - Ribeirão Preto - SP - Brasil

## RESUMO

**Objetivo:** Realizar uma modelagem conceitual da anatomofisiologia dos potenciais evocados miogênicos vestibulares. **Método:** Realizou-se pesquisa bibliográfica em livros e periódicos específicos da área de otoneurologia e de busca eletrônica nas bases de dados MEDLINE, LILACS, SCIELO e biblioteca COCHRANE, de artigos publicados no período de 1964 a 2007. **Resultados:** A participação do sáculo é comprovada, entretanto, a participação da cóclea e de outras estruturas é controversa. O caminho através do nervo vestibulococlear é confirmado, o que torna óbvia a entrada deste potencial no tronco. Foi confirmada a existência de rotas neurais que se interligam aos núcleos vestibulares e aos núcleos Y, bem como as ligações comissurais e sua ligação com o feixe do nervo acessório. **Conclusões:** A modelagem apresentada não apenas mostra um caminho neural por onde este potencial percorre, como também deixa claro que deve haver outras vias, bem como outros destinos para este potencial, que não apenas a rede miogênica de sustentação do pescoço.

**Descritores:** Potencial Evocado Motor, Eletromiografia, Audição.

## ABSTRACT

**Purpose:** perform a conceptual modeling of the anatomophysiology of vestibular evoked myogenic potentials. **Method:** A bibliographic search was carried out in books and periodicals in the otoneurological area and an electronic search in the databases of MEDLINE, LILACS, SCIELO AND the COCHRANE library of articles published between 1964 and 2007. **Results:** The participation of the sacculus has been proven; however, the interference of the cochlea in the potential still can be measured. The pathway through the vestibulocochlear nerve has been confirmed, which makes the entry of this potential into the trunk obvious. The existence of neural routes that interconnect to vestibular nuclei and to Y nuclei has also been confirmed, as well as commissural links and their connection with the accessory nerve bundle. **Conclusions:** The modeling presented not only shows a neural pathway through which this potential passes, but also makes it clear that there must be other pathways and other destinations for this potential than only the myogenic network of neck support.

**Keywords:** Evoked Potentials Motor, Electromyography, Hearing.

## INTRODUÇÃO

O estudo do potencial miogênico evocado vestibular tem sido bastante apreciado por estudiosos da otoneurologia de todo o mundo, nos últimos tempos. Este potencial, 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 em diferentes músculos do pescoço contralateral em resposta à estimulação acústica do sáculo<sup>(1-3)</sup>.

Este reflexo é ativado mediante estimulação sonora e depende da integridade da orelha média para que ocorra a transmissão do som, da anatomia sacular normal e da integridade do nervo vestibular inferior e sistema nervoso central<sup>(9,10,1)</sup>. O reflexo vestibulocervical se origina no sáculo é transmitido para os neurônios do Gânglio de Scarpa, caminha pelo nervo vestibular inferior, núcleo vestibular e tracto vestibuloespinal e chega aos neurônios motores do músculo esternocleidomastóideo<sup>(11,12)</sup>.

A base fisiológica deste reflexo consiste em que estímulos acústicos breves, acima do limiar auditivo<sup>(13,14)</sup> e emitidos de forma repetitiva, produzem um potencial inibitório de grande intensidade (60 a 300 microvolts) e de breve latência no músculo esternocleidomastóideo ipsilateral, quando este está contraído tonicamente (por exemplo, na flexão cervical anterior)<sup>(6)</sup>.

As ondas eletromiográficas do registro do potencial de ação se definem, habitualmente, pelas seguintes características: a) latência (tempo que transcorre desde a estimulação acústica até o aparecimento do valor mais positivo ou negativo das ondas); b) Morfologia da onda; c) Amplitude pico a pico ou a diferença de valores entre o ponto mais positivo de uma onda e mais negativo de outra<sup>(10)</sup>.

Para se definir as diferenças entre as ondas, usa-se um “p” inicial para os valores positivos e um “n” para os negativos. As letras são diferenciadas pelos valores 13, 23, 34 e 44, em função do tempo em que aparecem as ondas, expressado em milissegundos<sup>(10, 14-18)</sup>. Desta forma, podem ser observados dois complexos de onda bifásica (P13/N23 e P34/N44), onde cada um destes apresenta um pico positivo (p) e outro pico negativo (n)<sup>(19)</sup>.

As características das respostas dependem do tipo de estímulo aplicado. VEMP's evocados por *tone-bursts* necessitam de um menor limiar de estimulação que a evocação por *clicks*<sup>(20-23,1)</sup>. O estímulo *tone-burst* de 500 Hz mostra ser o clinicamente mais apropriado porque esses VEMP's podem ser eliciados por estímulos da menor intensidade possível<sup>(8, 23-25)</sup>.

A pesquisa deste potencial depende apenas de equipamento de registro de potenciais evocados auditivos, muito utilizado na rotina clínica audiológica, de forma que, após bem entendido e desvendado, este potencial poderá ser empregado na investigação complementar de distúrbios otoneurológicos.

A análise deste reflexo vestibulo cervical tem trazido crescente auxílio no diagnóstico de neurinomas do acústico e delimitação de lateralidade e intensidade da doença de Meniere, entre outras possíveis aplicações.

Apesar deste potencial está inserido na rotina clínica das avaliações vestibulares de muitos centros médicos em países desenvolvidos, ainda não existe conhecimento aprofundado a respeito das vias neurais do VEMP. Desta forma, este estudo teve como objetivo realizar uma modelagem conceitual da anatomofisiologia dos potenciais evocados miogênicos vestibulares.

## REVISÃO DE LITERATURA

As formas das ondas do potencial miogênico evocado vestibular em resposta a mensurações ipsilaterais consistem de dois tipos de respostas, uma componente precoce bifásica positiva-negativa (P13-N23) e um ou dois componentes tardios (N34-P44)<sup>(2, 26-31)</sup>. Neste potencial, a origem sacular é comprovada<sup>(3,5,19,32,18,23,33)</sup> entretanto, a participação da cóclea e de outras estruturas é, porém, controversa<sup>(3,34,35)</sup>.

A primeira componente (ondas P13/N23), de origem vestibular, mostra-se mais complexa em suas vias polissinápticas

que a coclear e depende da integridade do sáculo e nervo vestibular. O estímulo atinge o sistema vestibular na mácula sacular, o qual possui células mais sensíveis ao som que à rotação cefálica<sup>(2,10,11,31,36-38)</sup>. Entre 0,5 e 0,9 ms após o disparo do estímulo, o potencial atinge o VIII par craniano (nervo vestibulococlear)<sup>(39,40)</sup>.

Sua via principal é, predominantemente, através do nervo vestibular inferior<sup>(1,9,37,41-44,11,25,33)</sup>, que se divide no tronco encefálico, atingindo diversos núcleos<sup>(6)</sup>. O potencial é registrado no tronco 1,5 ms após o disparo do estímulo<sup>(40)</sup>.

Os núcleos vestibulares estão localizados na ponte, situados no assoalho do IV ventrículo e se dividem em: medial, inferior, lateral e superior. O trato vestibulo-espinal possui fibras descendentes provenientes, principalmente, do núcleo vestibular lateral<sup>(45)</sup>.

No interior do tronco encefálico, apresentam-se fibras nervosas que atingem o núcleo Y. Este núcleo, provavelmente, possui tarefas de origem comissural entre os dois hemisférios cerebrais<sup>(44)</sup>.

O nervo vestibular inferior ramifica-se até os núcleos vestibulares superior e medial contralateral e, também, até o núcleo vestibular lateral ipsilateral<sup>(44,5,40)</sup>.

Apesar dos núcleos vestibulares receberem aferência dos órgãos periféricos ipsilaterais, as conexões comissurais são abundantes, de forma que os núcleos vestibulares direitos e esquerdos funcionam de maneira integrada. Existem duas classes de neurônios comissurais: os que se projetam para regiões correspondentes contralaterais do mesmo núcleo em que têm origem e os que se projetam para outros núcleos vestibulares. O grupo nuclear Y projeta-se bilateralmente para os núcleos oculomotores e para o núcleo vestibular medial<sup>(46)</sup>.

As ligações comissurais, oriundas destes núcleos, em conjunto com as oriundas do núcleo Y, provavelmente, são as responsáveis pela interligação entre as respostas nos músculos cervicais ipsi e contralaterais<sup>(44)</sup>.

As projeções vestibulares para a medula espinhal se dão através do trato vestibulo-espinal lateral e do fascículo longitudinal medial<sup>(44,46)</sup>. Esse trato origina-se exclusivamente no nervo vestibular inferior, e se distribui ao longo de toda a medula espinhal ipsilateral, fazendo conexões excitatórias com os motoneurônios do corno anterior. As projeções dos nervos vestibulares mediais e inferiores são semelhantes, em número, mas distribuídas de forma diferente<sup>(46)</sup>.

Fibras do trato vestibulo-espinal lateral, bem como dos núcleos vestibulares superior e medial contralaterais, projetam-se distintamente através do nervo acessório (XI par craniano) para atingir a medula espinhal<sup>(37,44)</sup>.

Os potenciais são encontrados no corno anterior da medula espinhal, nos 5º e 6º segmentos cervicais<sup>(37, 44)</sup>.

A segunda componente (N34/P44), mais tardia, nem sempre aparece em sujeitos normais (apenas em 60% dos indivíduos) e se apresenta quando a cóclea e a porção coclear do nervo vestibulococlear estão intactas<sup>(10)</sup>. Essa componente dirige-se ao tronco cerebral através das fibras de Hardy, caminha

pelo VIII par craniano (gânglio coclear) e chega ao núcleo coclear anteroventral<sup>(47)</sup>, compondo uma via oligossináptica, para, posteriormente, atingir o vértex<sup>(26,27)</sup> ou o lóbulo da orelha<sup>(28,48)</sup>.

As fibras de Hardy, que têm o corpo celular situado no gânglio de Corti, são provenientes da mácula sacular e atingem o tronco cerebral através do nervo coclear<sup>(47)</sup>.

Existe a suposição desta componente ser oriunda da cóclea e de depender da integridade do canal semicircular lateral<sup>(3,10,35)</sup>.

Os potenciais miogênicos vestibulares evocados (VEMP) são respostas de média latência (2),(5) e apresentam morfologia dupla, dando formação a um pico seguido de onda bifásica ou de inflexão positiva<sup>(30, 2, 40)</sup>.

O VEMP produz ação inibitória nos motoneurônios dos músculos cervicais ipsilaterais (porção superior do músculo trapézio e esternocleidomastóideo)<sup>(26, 27, 43, 48, 44, 2)</sup>.

Durante a captação deste potencial no músculo trapézio, pode-se verificar aumento da latência (de 3 ms) e da amplitude, quando comparada à captação no músculo esternocleidomastóideo<sup>(49)</sup>.

Nos músculos contralaterais, a ação é contrátil, resultando em uma tendência rotacional da cabeça em direção ao estímulo<sup>(2)</sup>.

Este potencial também pode ser registrado em outros músculos do corpo, notadamente nos membros superiores e inferiores, através de projeção da via cervical<sup>(43, 33)</sup>.

Alguns autores citam o músculo retroauricular como outro local para a captação do VEMP e a participação do nervo trigêmeo (V par craniano) nesta inervação<sup>(28)</sup>. Já o nervo facial (VII par craniano) estaria relacionado com a inervação dos músculos periorbitais e do ouvido médio<sup>(50)</sup>.

## DISCUSSÃO

O caminho do VEMP através do VIII par craniano é confirmado, o que torna óbvia a entrada deste potencial no tronco. A partir daí, só foi possível confirmar a existência de rotas neu-

rais que se interligam aos núcleos vestibulares e aos núcleos Y, bem como as ligações comissurais e sua ligação com o feixe do nervo acessório (XI par craniano). Entretanto, não se pode afirmar que o VEMP siga exatamente este trajeto.

A presença do VEMP no ímion e nos motoneurônios retroauriculares indica a participação do nervo trigêmeo (V par craniano). O seu registro nos músculos periorbitais e do ouvido médio indica a participação do nervo facial (VII par craniano). Entretanto, neste estudo, a ligação destes nervos (V e VII pares cranianos) com os núcleos vestibulares não foi encontrada. Isto nos mostra que não existem ligações entre eles, o que sugere, enfaticamente, a existência de outras vias, até agora desconhecidas, e que ligam a mácula sacular e/ou a cóclea às terminações citadas.

A participação da mácula sacular é perfeitamente comprovada, contudo, a interferência da cóclea no potencial não pode ainda ser mensurada ou delineada em componentes claros e distintos. Sabe-se que o sáculo responde apenas a estímulos acima de 75 dBNA, porém, a cóclea responde a todos os níveis de intensidade do estímulo. É óbvio que os destinos da inervação da mácula sacular e da cóclea são distintos, e, portanto, nestas circunstâncias, fica ainda muito difícil definir qual a participação destes dois órgãos neste potencial, e mesmo qual a sua real finalidade.

## CONCLUSÃO

Por meio desta abordagem, oferecida pela bibliografia referente ao tema, pode-se apresentar uma modelagem conceitual coerente e lógica, mesmo a despeito das inúmeras hipóteses, dúvidas e mistérios que ainda envolvem o VEMP.

A modelagem apresentada não apenas mostra um caminho neural por onde este potencial percorre, desde a apresentação do estímulo até a sua manifestação motora nos músculos, principalmente do pescoço, como também deixa claro que deve haver outras vias, bem como outros destinos para este potencial, que não apenas a rede miogênica de sustentação do pescoço.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Welgampola M, Rosengren SM, Colebatch JG. Vestibular activation by bone-conducted sound. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 2003;74:771-8.
2. Colebatch JG, Halmagyi GM. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. *Neurology*. 1992;42:1635-6.
3. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 1994a;57:190-7.
4. Mccue MP, Guinan JJ. Spontaneous activity and frequency selectivity of acoustically responsive vestibular afferents in the cat. *Journal of Neurophysiology*. 1995;74:1563-72.
5. Murofushi T, Halmagyi GM, Yavor RA, Colebatch JG. Absent vestibular evoked myogenic potentials in vestibular neurolabyrinthitis: an indicator of inferior vestibular nerve involvement? *Arch Otolaryngology and Head Neck Surg*. 1996;122:845-8.
6. Halmagyi G, Curtios I. Pruebas de función otolítica. *Rev Med Univ Navarra* 2003;47:29-37.
7. Todd N, Cody F, Banks J. A sacular origin of frequency tuning in miogenic vestibular evoked potentials? Implications for human responses to loud sounds *Hear Res*. 2000;141:180-8.
8. Rauch SD. Vestibular evoked myogenic potentials *Otology and neuro-otology*. 2006;14:299-304.
9. Wale Cd, Huy PTB, Diard J, Freyss G, Vidal P. Saccular dysfunction in Meniere's disease. *Am J Otol*. 1999;20:223-32.
10. Guillén VP, García EG, Piñero AG, Rey APD, Pérez CM. Potencial vestibular miogénico evocado: un aporte al conocimiento de la fisiología y patología vestibular. Patrones cuantitativos en la población normal. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2005;56:349-53.
11. Wu C-L, Young Y-H. Vestibular Evoked Myogenic Potentials in Acute Low-Tone Sensorineural Hearing Loss. *The Laryngoscope*. 2004;114:2172-5.
12. Shimizu K, Murofushi T, Sakurai M, Halmagyi M. Vestibular evoked myogenic potentials in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2000;69:276-7.
13. Brantberg K, Fransson P. Symmetry measures of vestibular evoked myogenic potentials using objective detection criteria. *Scand Audiol*. 2001;30:189-96.
14. Wu C, Young Y, Murofushi T. Tone burst-evoked myogenic potentials in human neck flexor and extensor. *Acta Otolaryngol*. 1999;119:741-74.
15. Young Y, Huang T, Cheng P. Vestibular evoked myogenic potentials in delayed endolymphatic hydrops. *Laryngoscope*. 2002;112:1623-6.
16. Takegoshi H, Murofushi T. Effect of white noise on vestibular evoked myogenic potentials. *Hear Res*. 2003;176:59-64.
17. Zagólski O, Jurkiewicz D. Vestibular-evoked myogenic potentials - the literature review based on recordings in infants with impaired inner ear function *Case Rep Clin Pract Rev*. 2005;6:80-4.
18. Sheykhholesami K, Kaga K, Megerian C, Arnold J. Vestibular-evoked myogenic potentials in infancy and early childhood. *Laryngoscope*. 2005;115:1440-4.
19. Feber-Viart C, Dubreil C, Duclaux R. Vestibular evoked myogenic potentials in humans : a review. *Acta Otolaryngol (stockh)* 1999;119:6-15.
20. Cheng P, Huang T, Young Y. The influence of clicks versus short tone bursts on the vestibular evoked myogenic potentials. *Ear Hear*. 2003;24:195-7.
21. Murofushi T, Matsuzaki M, Wu C. 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.
22. Ushio M, Matsuzaki M, Takegoshi H, Murofushi T. Click and short tone burst-evoked myogenic potentials in cerebellopontine angle tumors *Acta Otolaryngol Suppl* 2001;545:133-5.
23. Welgampola M, Colebatch J. Characteristics of tone bursts-evoked myogenic potentials in the sternocleidomastoid muscles. *Otol Neurotol* 2001;22(6):796-802.
24. Akin F, Murnane O. Vestibular evoked myogenic potentials: Preliminary report. *J Am Acad Audiol* 2001;12:445-52.
25. Rauch SD. Vestibular evoked myogenic potentials *Otology and neuro-otology* 2006;14:299-304.
26. Cody D, Jacobson J, Walker J, Bickford R. Averaged evoked myogenic and cortical potentials to sound in man. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1964;78:763-77.
27. Cody D, Bickford R. Averaged evoked myogenic responses in normal man. *Laryngoscope*. 1969;79:400-16.
28. Coats A, Jerger J. Auditory evoked potentials. *Course Syllabus - Houston; 1978 4-6 November; The neurosensory Center of Houston; 1978. p. 104.*
29. Elidan J, Sohmer H, Lev S, Gay I. Short latency vestibular evoked response to acceleration stimuli recorded by skin electrodes. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1984;93:257-61.
30. Ruth R, Lambert P. Auditory evoked potentials. *Otolaryngol Clin North Am*. 1991;24(2):349-70.
31. Touseid G, Cody D. The averaged inion response evoked by acoustic stimulation: its relation to the saccule. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1971;80:121-32.
32. Ochi K, Ohashi T, Nishino H. Variance of vestibular evoked myogenic potential. *Laryngoscope*. 2001;111:522-7.
33. 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 *The Laryngoscope*. 2005;115:1768-73.
34. Guillén VP, García EG, Piñero AG, Rey APD, Pérez CM. Potencial vestibular miogénico evocado: un aporte al conocimiento de la fisiología y patología vestibular. Patrones cuantitativos en la población normal. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2005;56:349-53.
35. Welgampola M, Colebatch J. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked myogenic potentials *Neurology*. 2005;64:1682-8.
36. Cazals Y, Aran J, Erre J, Guilhaume A. Acoustic responses after total destruction of the cochlear receptor: brainstem and auditory cortex. *Science*. 1980;210:83-6.
37. Didier A, Cazals Y, Aurossou C. Brainstem connections of the anterior and posterior parts of the saccule of the guinea pig. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 1987;104:385-91.
38. Young E, Fernández C, Goldeberg J. Responses of squirrel monkey vestibular neurons to audio-frequency sound and head vibration. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 1977;84:352-60.
39. Murofushi T, Curthoys I, Topple A, Colebatch J, Halmagyi G. Response of guinea pig primary vestibular neurons to clicks. *Exp Brain Res*. 1995;103:174-8.
40. Murofushi T, Curthoys I, Gilchrist D. Response of guinea pig vestibular nucleus neurons to clicks. *Exp Brain Res*. 1996b;111:149-52.
41. Murofushi T, Matsuzaki M, Mizuno M. Vestibular evoked myogenic potentials in patients with acoustic neuromas. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1998;124:509-12.
42. Yoshie N, Okudaira T. Myogenic evoked potential responses to clicks in man. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 1969;252:89-103.
43. Bleeker J, Wit H, Segenhout J. Evidence for sound perception with the 48
44. Carpenter M. Core text of neuroanatomy In: 4, ed. Baltimore 1991:83-191.
45. Aida R, Suzukill F. Potencial evocado miogénico vestibular: novas perspectivas diagnósticas em esclerose múltipla *Rev Bras Otorrinolaringol*. São Paulo 2005.
46. Carleton S, Carpenter M. Afferent and efferent connections of the medial, inferior and lateral vestibular nuclei in the cat and monkey *Brain Res* 1983;278 29-51.
47. Eyres C, Chouard C, Peytral C. Systematization des voies cochleaires. *Encicl Med Chir. Paris: Oto-Rhino-Laryngologie* 1970:15.
48. Conraux C. Les potentiels évoqués semi-precoces. *Les Cahiers d'ORL*. 1979;14:1019-25.
49. Wenngren B, Toolanen G, Hildingsson C. Oculomotor dysfunction in rheumatoid patients with upper cervical dislocation. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 1998;118:609-12.
50. Colebatch J, Rothwell J, Bronstein A, Ludman H. Click-evoked vestibular activation in the Tullio phenomenon. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1994b;57:1538-40.