

## Efeito do envelhecimento sobre a função vestibular por meio dos potenciais evocados miogênicos vestibulares cervical e ocular

*Aging effect on vestibular function assessed by cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials*

Marlon Bruno Nunes Ribeiro<sup>1✉</sup> e Patricia Cotta Mancini<sup>1</sup>



**RBCEH**

Revista Brasileira de Ciências  
do Envelhecimento Humano

Os potenciais evocados miogênicos vestibulares (VEMP) são respostas eletrofisiológicas que conseguem fornecer informações dos órgãos otolíticos sáculo (cVEMP), utrículo (oVEMP) e do nervo vestibular. Com o envelhecimento, mudanças morfológicas podem afetar o funcionamento do sistema vestibular. O objetivo foi verificar o efeito do envelhecimento sobre a função vestibular, por meio do exame VEMP. Estudo transversal, analítico, realizado com 63 indivíduos sem queixas vestibulares e auditivas submetidos aos exames cVEMP e oVEMP. Encontrou-se diminuição da amplitude bilateralmente em ambos os exames, aumento dos limiares de resposta no cVEMP e aumento das latências N10 esquerda e P16 direita no oVEMP. Neste estudo encontrou-se diminuição da amplitude de respostas nos exames cVEMP e oVEMP bilateralmente com o aumento da idade. No exame cVEMP houve aumento do limiar de resposta bilateralmente e no oVEMP verificou-se aumento das latências N10 esquerda e P16 direita. Não se encontrou diferença entre o índice de assimetria em ambos os exames.

Vestíbulo do labirinto. Orelha interna. Sáculo e utrículo. Potencial evocado motor. Envelhecimento.

The vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) are electrophysiological responses that enable providing information on the saccule otolithic organs (cVEMP), utricle (oVEMP), and the vestibular nerve. During the aging process, morphological changes can affect the functioning of the vestibular system. The objective is to analyze the cervical and ocular VEMP responses of healthy adults and the elderly. The cross-sectional study was carried out with 63 individuals without hearing and vestibular complaints submitted to cVEMP and oVEMP. We observed a bilaterally decrease in the amplitude of both tests, an increase in cVEMP response thresholds, and an increase in left N10 and right P16 latencies in oVEMP. In this study, a decrease in the amplitude of responses was found in the cVEMP and oVEMP exams bilaterally with increasing age. In the cVEMP exam there was an increase in the response threshold bilaterally and in oVEMP there was an increase in the left N10 and right P16 latencies. No difference was found between the asymmetry index in both tests.

Vestibule labyrinth. Ear inner. Saccule and utricle. Evoked potentials motor. Aging.

## Introdução

O potencial evocado miogênico vestibular (VEMP) é um exame eletrofisiológico que permite avaliar de forma rápida e objetiva a integridade dos órgãos otolíticos, nervo vestibular, tronco encefálico e sistema muscular (SILVA et al., 2016; MUROFUSHI, 2016). Esta técnica começou a ser estudada a partir de 1960, porém apenas em 1994 Colebatch e Halmagyi descobriram evidências de pequenos potenciais miogênicos causados pela estimulação sonora devido a função otólita, afirmando a importância deste exame (COLEBATH et al., 1994).

A resposta do VEMP é encontrada por meio de estímulo auditivo ou galvânico e pode ser captada na musculatura oculomotora e cervical (SILVA et al., 2016; MUROFUSHI, 2016; COLEBATH et al., 1994; HUNTER et al., 2017; CUNHA et al., 2014). O traçado é constituído de ondas bifásicas formadas por um arco reflexo de três neurônios que envolvem a orelha interna, o tronco encefálico e a via vestibuloespinal (SILVA et al., 2016; CUNHA et al., 2014; CHANG et al., 2017; FELIPE et al., 2008). O VEMP é um exame prático, rápido e de fácil execução, não causa desconforto ao paciente e consegue avaliar de forma objetiva as vias vestibulo-cólicas e vestibulo-oculares (SILVA et al., 2016; CUNHA et al., 2014; CHANG et al., 2017). É um teste confiável para avaliação e acompanhamento de indivíduos com alterações otoneurológicas em diferentes faixas etárias (SILVA et al., 2016; CUNHA et al., 2014; CHANG et al., 2017).

A denominação muda de acordo com as diferentes possibilidades de captações, sendo o VEMP cervical (cVEMP) e o VEMP ocular (oVEMP). O cVEMP é captado no músculo esternocleidomastoídeo por meio da contração muscular e avalia a via vestibular ipsilateral descendente (SILVA et al., 2016; MUROFUSHI, 2016; CUNHA et al., 2014). Entretanto, o oVEMP é gerado a partir de músculos extraoculares por meio da inibição da contração muscular em resposta a sons de elevada intensidade e avalia a via vestibular superior contralateral ascendente (SILVA et al., 2016; CUNHA et al., 2014). Desta maneira, a captação dos potenciais miogênicos vestibulares é observada quando há integridade funcional da mácula sacular e utricular, dos nervos, dos núcleos e das vias vestibulares centrais com as placas neuromusculares envolvidas (SILVA et al., 2016; CUNHA et al., 2014; FELIPE et al., 2008; SILVA et al., 2019).

A latência possui alta reprodutibilidade e representa o parâmetro mais utilizado para analisar as respostas dos VEMPs, pois independe da intensidade do estímulo e do nível de tensão da musculatura (OCHI et al., 2003). A onda bifásica do cVEMP é constituída por um pico positivo (P) com latência média de 13 milissegundos (ms) seguido de um pico negativo (N) com latência média de 23ms (SILVA et al., 2016; HUNTER et al., 2017; CHANG et al., 2017; SILVA et al., 2019). Enquanto a onda bifásica do oVEMP é constituída por um pico negativo (N) com latência média de 10ms seguido de pico positivo (P) com latência média de 15ms (SILVA et al., 2016; HUNTER et al., 2017; CHANG et al., 2017; SILVA et al., 2019).

Durante o processo de envelhecimento, alterações fisiológicas acontecem no sistema vestibular envolvendo a perda de células receptoras vestibulares e aferências primárias, perda de células ciliadas, diminuição do número de células do nervo vestibular e perda de neurônios no núcleo vestibular

(OCHI et al. 2003; AKIN et al., 2011). Estas mudanças morfológicas podem alterar o funcionamento do sistema vestibular e consequentemente, os resultados de exames otoneurológicos (OCHI et al. 2003; AKIN et al., 2011; TAE HWAN et al., 2018; RIBEIRO et al., 2019).

Contudo, a literatura apresenta poucos estudos que relacionam os achados do VEMP com o envelhecimento (MACAMBIRA et al., 2017). Alguns estudos encontraram diminuição da amplitude de reposta e aumento da latência com o avanço da idade (OCHI et al. 2003; AKIN et al., 2011). Entretanto, estes resultados são controversos na literatura (MACAMBIRA et al., 2017). Desta forma, delineamos o presente estudo com o objetivo de analisar as respostas do cVEMP e oVEMP em adultos e idosos hígidos.

## Materiais e métodos

Os procedimentos desta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerias, parecer 56877316.1.0000.5149 (conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CONEP).

A casuística foi composta por 63 indivíduos com a faixa etária entre 20 e 74 anos, de ambos os sexos, sem alterações otoneurológicas prévias autorrelatadas em questionário da pesquisa. Foram incluídos indivíduos maiores de 18 anos, que concordaram em participar voluntariamente da pesquisa, que não possuíam história de cirurgia ou trauma otológico, doenças vestibulares prévias autorrelatadas, alterações neurológicas ou neurodegenerativas autorrelatas, dificuldades na movimentação cervical autorrelatada, transtornos do humor moderado-intenso autorrelatados e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram excluídos os indivíduos que apresentaram alteração de orelha média por meio da meatoscopia. Trata-se de uma amostra de conveniência composta por indivíduos da comunidade acadêmica (alunos, professores e funcionários da Universidade). Os idosos participantes do estudo fazem parte do Programa “Academia da Cidade”. Tem por objetivo a prática de atividade física regular, sendo um perfil de idosos robustos e independentes. Os indivíduos foram convidados a participar da pesquisa antes da realização do VEMP.

Inicialmente, a pele do participante foi preparada com gel para reduzir impedância elétrica antes da colocação de eletrodos e em seguida realizou-se a meatoscopia. Para a realização do VEMP cervical e ocular utilizou-se o equipamento de potenciais evocados auditivos da marca Otometrics®, modelo ICS Chartr EP 200 com fones de inserção, eletrodos de superfície e autoadesivos. Os estímulos foram apresentados por meio de fones de inserção modelo ER 3A, com olivas de espuma descartáveis.

Para a realização do VEMP cervical, o participante permaneceu sentado em uma cadeira em local acusticamente tratado. O eletrodo terra foi posicionado na frente e os eletrodos ativos foram posicionados nos músculos esternocleidomastoídeos direito e esquerdo. Os eletrodos de segundo canal foram posicionados abaixo dos ativos, direito e esquerdo, para o registro da eletromiografia de superfície e o eletrodo referência foi fixado na região do esterno. Foram utilizados fones de inserção para produção do estímulo por via aérea. Os participantes foram orientados a realizar rotação lateral de cabeça para o lado oposto ao da orelha testada, com a finalidade de captar a resposta inibitória da contração muscular. Foram aceitas respostas obtidas com intensidade de

contração muscular entre 50 e 200  $\mu$ V e valores de impedância abaixo de 5kOms, estímulo auditivo *tone burst* com intensidade inicialmente testada de 95 dBNA na frequência de 500Hz, monoaural (SILVA et al., 2016; MUROFUSHI, 2016).

Para realização do VEMP ocular, o eletrodo ativo foi posicionado na região infraorbital, contralateral ao lado testado e o eletrodo de referência foi posicionado logo abaixo do eletrodo ativo. Foram utilizados fones de inserção para produção do estímulo *tone burst* por via aérea com intensidade inicialmente testada de 95 dBNA na frequência de 500Hz, monoaural. Os participantes foram orientados a permanecerem com a cabeça reta e olharem para cima até o ponto de máximo alcance durante a apresentação do estímulo (SILVA et al., 2016; MUROFUSHI, 2016).

O participante foi submetido a, no mínimo, duas estimulações de cada lado para verificar a replicação do potencial. Posteriormente, iniciou-se a pesquisa do limiar reduzindo a intensidade do estímulo acústico de 5 em 5 dBNA até a ausência de resposta e considerou-se como limiar a menor intensidade de resposta replicada. Para a análise dos valores de latência das ondas do VEMP cervical e ocular consideraram-se alterados os valores de latência que superam 2,5 desvios padrões a normalidade sugerida (SILVA et al., 2016; MUROFUSHI, 2016).

As variáveis analisadas no VEMP cervical foram as latências P13 e N23, amplitude, índice de assimetria, índice de assimetria corrigido e limiar. No VEMP ocular foram avaliadas as latências N10 e P15, amplitude, índice de assimetria e limiar da resposta.

Para a análise de associação entre os parâmetros do VEMP com a idade, optou-se por estratificar a variável em três categorias: até 30 anos (jovens), 31 a 59 anos (adultos) e  $\geq$ 60 anos (idosos). A análise estatística foi realizada por meio do programa SPSS versão 20.0. Inicialmente, realizou-se a análise descritiva que compreendeu medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (desvio padrão) e de posição (máximo e mínimo). A normalidade das amostras foi observada através do teste de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk.

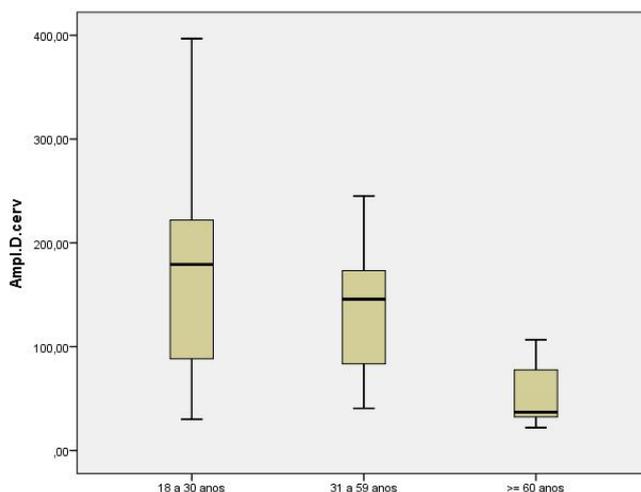
Para a comparação entre grupos foi realizada a estatística inferencial por meio do teste t de Student para comparar amostras com distribuição normal e do teste Wilcoxon para as variáveis que não apresentaram distribuição normal. O teste Jonckheere-Terpstra foi utilizado para análise de associação entre dois ou mais grupos de variáveis independentes com variáveis dependentes contínuas ou ordinais, considerando a ordenação das amostras. Adotamos o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ) em todas as análises.

## Resultados

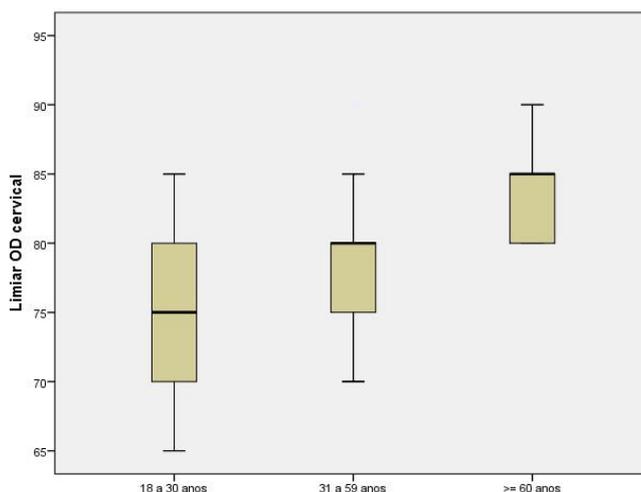
A amostra foi composta por 12 indivíduos do sexo masculino e 51 do sexo feminino com média de idade de 40,43 anos ( $\pm 17,20$  DP). Os indivíduos do sexo feminino apresentavam média de idade de 40,47 anos ( $\pm 17,41$  DP) e o sexo masculino possuía média de idade 40,25 anos ( $\pm 17,01$  DP). Avaliou-se 28 jovens de até 30 anos (44%); 25 adultos de 31 a 59 anos (40%) e 10 idosos (16%). Na análise por sexo em categoria encontrou-se na faixa etária de jovens 23 mulheres (82%) e cinco homens (18%), nos adultos 21 mulheres (84%) e quatro homens (16%) e nos idosos sete mulheres (70%) e três homens (30%), não havendo diferença entre os grupos. No grupo de

jovens a média de idade foi de 23,68 ( $\pm 3,14$ ), nos adultos a média foi 48,96 ( $\pm 8,49$ ) e nos idosos a média de idade foi 66,00 ( $\pm 4,03$ ).

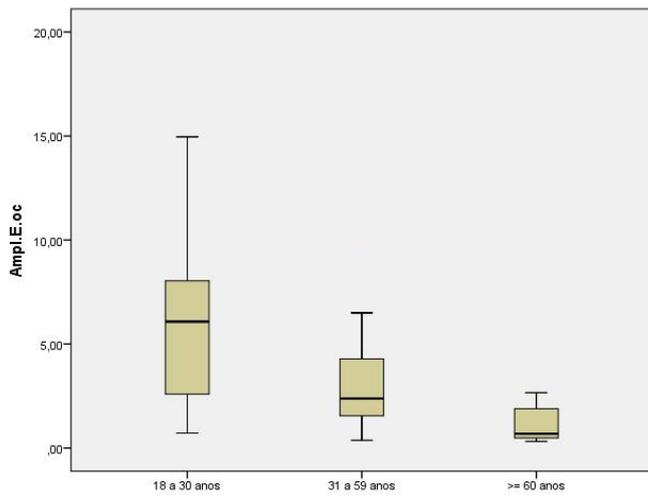
A análise descritiva dos parâmetros do VEMP se encontra na Tabela 1. Verifica-se que os valores de latência, amplitude, limiar de resposta e índice de assimetria estão dentro dos padrões de normalidade tanto no cVEMP quanto no oVEMP. Realizou-se a média dos parâmetros do VEMP por orelha nas três categorias de faixa etária. Observou-se diminuição da amplitude de resposta bilateral e aumento dos limiares bilateralmente no cVEMP (Tabela 2). Na análise do oVEMP por orelhas em três categorias de faixa etária, também se observou diminuição das amplitudes bilateralmente, além do aumento das latências N10 esquerda e P16 direita (Tabela 3). Para melhor ilustrar a diminuição das amplitudes, o aumento das latências e limiares de resposta, elaborou-se um gráfico que mostra a relação entre a amplitude, limiares e latência com o aumento da idade (figuras de 1 a 4)



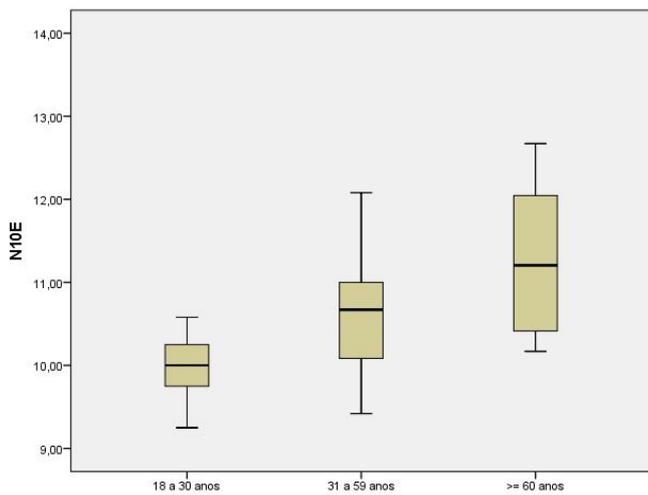
**Figura 1** | Boxplot da diminuição da amplitude de resposta com o aumento da idade, em três categorias. Legenda: Ampl.D.cerv = amplitude cervical direita. Fonte: autoria própria.



**Figura 2** | Boxplot do aumento do limiar de resposta com o aumento da idade, em três categorias. Legenda: Limiar OD cervical = Limiar de resposta cervical na orelha direita. Fonte: autoria própria.



**Figura 3 |** Boxplot da diminuição da amplitude de resposta com o aumento da idade, em três categorias. Legenda: Ampl.E.oc = amplitude ocular esquerda. Fonte: autoria própria.



**Figura 4 |** Boxplot do aumento da latência com o aumento da idade, em três categorias. Legenda: N10E = latência N10 esquerda. Fonte: autoria própria.

**Tabela 1** | Medidas de tendência central, dispersão e posição para latência (ms), amplitude ( $\mu V$ ), índice de assimetria, índice de assimetria corrigido e limiar de resposta para o potencial evocado miogênico vestibular (VEMP) cervical e ocular.

<b>Parâmetros ondas</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Estimulação OD</b>					
<b>VEMP cervical</b>					
Latência P13	15,28	15,33	1,11	13,33	20,33
Latência N23	24,29	24,17	1,96	19,83	30,67
Amplitude	137,66	122,68	82,22	22,03	396,77
Limiar de resposta	78,47	80,0	6,430	65,00	95,00
Índice de assimetria	20,73	16,04	16,92	0,23	79,53
Índice de assimetria corrigido	25,83	17,58	21,62	0,56	80,59
<b>VEMP ocular</b>					
Latência N10	10,52	10,25	1,07	8,17	14,33
Latência P15	14,98	14,87	1,22	11,58	17,42
Amplitude	4,78	3,58	4,55	0,26	21,25
Limiar de resposta	84,47	84,61	5,87	70,00	95,00
Índice de assimetria	31,17	28,19	22,58	1,89	78,42
<b>Estimulação OE</b>					
<b>VEMP cervical</b>					
Latência P13	15,21	15,17	1,76	11,00	20,00
Latência N23	24,18	24,00	2,07	19,33	29,17
Amplitude	147,82	125,75	110,72	12,65	609,97
Limiar de resposta	78,25	80,00	6,42	65,00	95,00
<b>VEMP ocular</b>					
Latência N10	10,57	10,25	0,94	9,25	13,63
Latência P15	14,64	14,33	1,30	12,33	19,42
Amplitude	4,38	3,19	3,72	0,32	15,67
Limiar de resposta	85,09	85,00	6,10	70,00	95,00

Nota: Estimulação OD: orelha direita, Estimulação OE: orelha esquerda. Fonte: autoria própria.

**Tabela 2** | Comparação entre a idade com os parâmetros: latência (ms), amplitude ( $\mu V$ ), índice de assimetria ( $\mu V$ ), índice de assimetria corrigido ( $\mu V$ ) e limiar de resposta para o VEMP cervical (n=63).

Parâmetros	Faixa de idade	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	p*
<b>Orelha D</b>							
P13	18 a 30	15,24	1,27	15,00	13,33	20,33	0,386
	31 a 59	15,17	0,65	15,33	13,83	16,33	
	>= 60	15,72	1,56	15,67	13,33	19,00	
N23	18 a 30	24,48	2,08	23,92	21,50	30,67	0,497
	31 a 59	24,30	1,68	24,50	21,50	29,17	
	>= 60	23,66	2,37	23,67	19,83	27,33	
Amplitude	18 a 30	168,26	92,73	179,22	30,01	396,77	< 0,001
	31 a 59	133,96	57,98	145,78	40,60	245,16	
	>= 60	52,81	31,90	36,89	22,03	106,60	
Limiar	18 a 30	75,71	6,19	75,00	65,00	85,00	< 0,001
	31 a 59	79,20	5,33	80,00	70,00	90,00	
	>= 60	85,00	5,00	85,00	80,00	95,00	
I.A	18 a 30	20,41	16,80	14,84	1,43	62,74	0,609
	31 a 59	19,92	18,56	16,26	0,23	79,53	
	>= 60	24,00	13,55	21,87	11,44	55,50	
I.A.Corr	18 a 30	22,16	18,27	17,18	1,29	74,14	0,590
	31 a 59	28,86	23,21	18,25	0,56	80,59	
	>= 60	28,84	27,16	23,29	1,45	75,75	
<b>Orelha E</b>							
P13	18 a 30	15,07	1,06	14,83	13,83	17,50	0,105
	31 a 59	15,04	1,39	15,17	11,00	20,00	
	>= 60	16,03	1,62	15,25	14,33	19,83	
N23	18 a 30	24,40	1,89	24,67	20,50	28,83	0,403
	31 a 59	24,08	2,12	24,00	19,33	29,17	
	>= 60	23,85	2,57	23,83	20,33	27,83	
Amplitude	18 a 30	202,62	127,98	174,82	52,96	609,97	< 0,001
	31 a 59	123,24	70,90	125,75	17,82	287,11	
	>= 60	55,83	38,45	54,36	12,65	130,54	
Limiar	18 a 30	76,25	5,20	75,00	65,00	90,00	0,007
	31 a 59	78,40	6,25	80,00	65,00	95,00	
	>= 60	83,50	7,47	85,00	70,00	95,00	

Nota: \*Jonckheere-Terpstra Test Legenda: n = número de participantes, Orelha D = orelha direita, Orelha E = orelha esquerda, I.A = índice de assimetria e I.A.Corr = índice de assimetria corrigido. Fonte: autoria própria.

**Tabela 3 |** Comparação entre a idade com os parâmetros: latência (ms), amplitude ( $\mu V$ ), índice de assimetria ( $\mu V$ ) e limiar de resposta para o VEMP ocular (n=63).

Parâmetros	Faixa de idade	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	p*
<b>Orelha D</b>							
P15	18 a 30	14,58	0,67	14,58	13,25	16,08	0,040
	31 a 59	15,55	1,33	15,75	12,75	17,42	
	$\geq 60$	14,58	1,94	14,83	11,58	16,92	
N10	18 a 30	10,28	0,70	10,00	9,50	12,33	0,069
	31 a 59	10,67	1,08	10,50	9,25	14,33	
	$\geq 60$	11,00	2,08	10,58	8,17	14,17	
Amplitude	18 a 30	5,25	3,96	4,29	0,26	16,91	0,034
	31 a 59	4,93	5,52	3,30	0,50	21,25	
	$\geq 60$	2,10	1,40	1,54	0,94	4,49	
Limiar	18 a 30	85,00	6,04	85,00	70,00	95,00	0,868
	31 a 59	83,13	5,67	82,50	70,00	90,00	
	$\geq 60$	87,50	5,24	87,50	80,00	95,00	
I.A	18 a 30	32,00	24,12	28,19	2,76	78,42	0,968
	31 a 59	29,91	22,88	23,17	1,89	74,59	
	$\geq 60$	32,01	16,52	39,38	6,34	49,21	
<b>Orelha E</b>							
P15	18 a 30	14,51	0,98	14,33	13,25	16,92	0,883
	31 a 59	14,82	1,70	14,33	12,33	19,42	
	$\geq 60$	14,54	0,99	14,45	13,25	15,92	
N10	18 a 30	10,35	1,05	10,00	9,25	13,63	0,002
	31 a 59	10,58	0,69	10,67	9,42	12,08	
	$\geq 60$	11,27	0,97	11,20	10,17	12,67	
Amplitude	18 a 30	5,79	3,67	6,08	0,72	14,96	< 0,001
	31 a 59	3,68	3,59	2,38	0,37	15,67	
	$\geq 60$	1,59	2,05	0,68	0,32	6,33	
Limiar	18 a 30	84,26	5,83	85,00	70,00	95,00	0,083
	31 a 59	84,13	6,15	80,00	70,00	90,00	
	$\geq 60$	90,63	4,17	90,00	85,00	95,00	

Nota: \*Jonckheere-Terpstra Test. Legenda: n = número de participantes, Orelha D = orelha direita, Orelha E = orelha esquerda e I.A = índice de assimetria. Fonte: autoria própria.

### Referências

AKIN, F.W; MURNANE, O. D; TAMPAS, J. W; CLINARD, C. G. The Effect of Age on the Vestibular Evoked Myogenic Potential and Sternocleidomastoid Muscle Tonic Electromyogram Level. *Ear Hear*, v. 32, n. 5, p. 617-22.24, 2011. DOI: 10.1097/AUD.0b013e318213488e.

ALVES, A. M; TATEYAMA, T; JAKAITIS, F; SILVA, R. C; KASSE, C. A; DORIGUETO, R. S. Vestibular Evoked Myogenic Potentials: Recording Methods and Clinical Applications. *Rev. Equilíbrio Corporal Saúde*, v. 6, n. 2, p. 67-71, 2014. DOI: 10.17921/2176-9524.2014v6n2p%25p.

CHANG, C. M; YOUNG, Y.H; JAW, F. S; WANG, C. T; CHENG, P. W. Degeneration of the vestibular nerve in unilateral Meniere's disease evaluated by galvanic vestibular-evoked myogenic potentials. *Clin Neurophysiol*, v. 128, n. 9, p. 1617-24, 2017. DOI: 10.1016/j.clinph.2017.06.004.

COLEBACH, J.G; HALMAGYI, G.M; SKUSE, N.F. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, v. 57, n. 4, p. 190-7, 1994. DOI: 10.1136/jnnp.57.2.190.

CRNOŠIJA, L; SKORIĆ, M. K; GABELIĆ, T; ADAMEC, I; HABEK, M. Vestibular evoked myogenic potentials and MRI in early multiple sclerosis: Validation of the VEMP score.

- Journal of the Neurological Sciences*, v. 15, n. 372, p. 28-32, 2017. DOI: 10.1016/j.jns.2016.11.028.
- CUNHA, L. C. M.; LABANCA, L.; TAVARES, M. C.; GONÇALVES, D. U. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) with galvanic stimulation in normal subjects. *Braz J Otorhinolaryngol*, v. 80, n. 1, p. 48-53, 2014. DOI: 10.5935/1808-8694.20140011.
- CURTHOYS, I. S.; GRANT, J. W.; PASTRAS, C. J.; BROWN, D. J.; BURGESS, A. M.; BRICHTA, A. M.; LINN, R. A review of mechanical and synaptic processes in otolith transduction of sound and vibration for clinical VEMP testing. *J Neurophysiol*, v. 112, n. 1, p. 259–276, 2019. DOI: 10.1152/jn.00031.2019.
- ESQUENAZI, D.; SILVA, S. R. B.; GUIMARÃES, M. A. M. Pathophysiological aspects of human aging and falls in the elderly. *Revista HUPE*, v. 13, n. 2, p. 11-20, 2014. DOI: 10.12957/rhupe.2014.10124.
- FELIPE, L.; SANTOS, M. A. R.; GONÇALVES, D. U. Potencial Evocado Miogênico Vestibular (VEMP): avaliação das respostas em indivíduos normais. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, v. 20, n. 4, p. 249-54, 2008. DOI: 10.1590/S0104-56872008000400008.
- HUNTER, J.B.; PATEL, N. S.; O'CONNEL B. P.; CARLSON, M. L.; SHEPARD, N. T.; MCCASLIN, D. L.; WANNA, G. B. Cervical and Ocular VEMP Testing in Diagnosing Superior Semicircular Canal Dehiscence. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, v. 156, n. 5, p. 917–923, 2017. DOI: 10.1177/0194599817690720.
- HUSUAN-CHAO, S.; TSUNG-WEI, H.; YI-HO, Y.; PO-WEN, C. Aging effect on vestibular evoked myogenic potential. *Otol Neurotol*, v. 25, n. 6, p. 977-80, 2014. DOI: 10.1097/00129492-200411000-00019.
- Janky KL, Shepard N. Vestibular evoked myogenic potential (VEMP) testing: normative threshold response curves and effects of age. *Journal of the American Academy of Audiology*, v. 20, n. 8, p. 514-522, 2009. DOI: 10.3766/jaaa.20.8.6.
- KURTARAN, H.; ACAR, B.; OCAK, E.; MIRICI, E. The relationship between senile hearing loss and vestibular activity. *Braz J Otorhinolaryngol*, v. 82, n. 6, p. 650-3, 2016. DOI: 10.1016/j.bjorl.2015.11.016.
- LAMOUNIER, P.; SOUZA, T. S.; GOBBO, D. A.; BAHMAD, Jr. F. Evaluation of vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) and electrocochleography for the diagnosis of Ménière's disease. *Braz J Otorhinolaryngol*, v. 83, n. 4, p. 394-403, 2017. DOI: 10.1016/j.bjorl.2016.04.021.
- MACAMBIRA, Y.K.; CARNAÚBA, A. T.; FERNANDES, L. C.; BUENO, N. B.; MENEZES, P. L. Aging and wave-component latency delays in oVEMP and cVEMP: a systematic review with meta-analysis. *Braz J Otorhinolaryngol*, v. 83, n. 4, p. 475-87, 2017. DOI: 10.1016/j.bjorl.2016.12.006.
- MUROFUSHI, T. Clinical application of vestibular evoked myogenic potential (VEMP). *Auris Nasus Larynx*, v. 4, n. 43, p. 367–376, 2016. DOI: 10.1016/j.anl.2015.12.006.
- OCHI, K.; OHASHI, T. Age-related changes in the vestibular-evoked myogenic potentials. *Otolaryngol Head Neck Surg*, v. 129, n. 6, p. 655-9.23, 2003. DOI: 10.1016/s0194-5998(03)01578-x.
- PEREIRA, A. B.; SILVA, G. S. M.; FELIPE, L.; ASSUNÇÃO, A. R. M.; ATHERINO, C. C. T. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP). *Revista HUPE*, v. 14, n. 1, p. 56-59, 2015. DOI: 10.12957/rhupe.2015.16210.
- RIBEIRO, M. B. N.; MORGANTI, L. O. G.; MANCINI, P. C. Evaluation of the influence of aging on vestibular function by the video Head Impulse Test (v-HIT). *Audiol Commun Res*, v. 24, n. 4, p. :e2209, 2019. DOI: 10.1590/2317-6431-2019-2209.
- RIBEIRO, M. N. B.; MANCINI, P. C. Comparison of cervical and ocular VEMP responses in individuals with and without otoneurological diseases. *Distúrb Comum*, v. 32, n. 3, p. 406-413, 2020. DOI: 10.23925/2176-2724.2020v32i3p406-413.
- SILVA, T.R.; RESENDE, L.M.; SANTOS, M.A.R. Ocular and cervical vestibular evoked myogenic potential simultaneous in normal individuals. *CoDAS*, n. 28, v. 1, p. 34-40. 2016. DOI: 10.1590/2317-1782/20162015040.
- SILVA, T. R.; RESENDE, L. M.; SANTOS, M. A. Combined ocular and cervical vestibular evoked myogenic potential in individuals with vestibular hyporeflexia and in patients with Ménière's disease. *Braz J Otorhinolaryngol*, v. 86, n. 3, p. 330-40, 2017. DOI: 10.1016/j.bjorl.2016.04.017.
- SILVA, T. R.; SANTOS, M. A. R.; RESENDE, L. M.; LABANCA, L.; CAPORALI, J. F. M.; SOUSA, M. R.; GONÇALVES, D. U. Applications of vestibular-evoked myogenic potentials: a systematic literature review. *Audiol Commun Res*, v. 24, n. 9, p. 24:e2037, 2019. DOI: 10.1590/2317-6431-2018-2037.
- TAE HWAN, K.; MIN-BEOM, K. Effect of aging and direction of impulse in video head impulse test. *Laryngoscope*, v. 128, n. 6, p. 228-33, 2018. DOI: 10.1002/lary.26864.

*Reimpressões e permissões*

Informações sobre reimpressões e permissões estão disponíveis no site da RBCEH.

*Informações da revisão por pares*

A RBCEH agradece ao(s) revisor(es) anônimo(s) por sua contribuição na revisão por pares deste trabalho. Relatórios de revisores por pares estão disponíveis no site da RBCEH.

*Resumo do relatório*

Mais informações sobre o desenho da pesquisa estão disponíveis no site da RBCEH, vinculado a este artigo.

*Conflitos de interesses*

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

*Correspondência*

A correspondência e os pedidos de materiais devem ser endereçados a M.B.N.R. | marlonfono16@gmail.com.

*Vínculo institucional*

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gérias, Belo Horizonte/MG, Brasil.