

# Avaliação do efeito da idade sobre a função vestibular por meio do Teste do Impulso Cefálico (v-HIT)

## Evaluation of the influence of aging on vestibular function by the video Head Impulse Test (v-HIT)

Marlon Bruno Nunes Ribeiro<sup>1</sup> , Ligia de Oliveira Gonçalves Morganti<sup>2</sup> , Patricia Cotta Mancini<sup>3</sup> 

### RESUMO

**Objetivo:** avaliar o efeito da idade sobre o ganho do reflexo vestibulo-ocular por meio do v-HIT. **Métodos:** estudo transversal, analítico, observacional, realizado com 90 indivíduos sem alterações otoneurológicas autorrelatadas, que foram submetidos ao exame v-HIT, com o intuito de avaliar o ganho dos canais semicirculares e a velocidade dos impulsos cefálicos. **Resultados:** a idade da amostra variou de 20 a 83 anos. Optou-se pela divisão em três faixas etárias para facilitar a análise: 18 a 30 anos; 31 a 59 anos e maior que 60 anos. Houve diminuição dos ganhos do reflexo vestibulo-ocular dos canais semicirculares anterior direito e posteriores com o aumento da idade. As médias do ganho dos canais semicirculares foram próximas a 1 e as velocidades, acima de 100%. **Conclusão:** as médias do ganho dos canais semicirculares estiveram de acordo com os padrões de normalidade da literatura. Apenas os canais semicirculares posteriores e o anterior direito apresentaram redução do ganho com o aumento da idade.

**Palavras-chave:** Orelha interna; Canais semicirculares; Movimentos sacádicos; Equilíbrio postural; Envelhecimento

### ABSTRACT

**Purpose:** to evaluate the effect of age on vestibular-ocular reflex gain through v-HIT. **Methods:** this was a cross-sectional, analytical, observational study conducted with 90 subjects without self-reported otoneurological alterations, who underwent v-HIT examination in order to evaluate semicircular canal gain and cephalic pulse velocity. **Results:** the age of the sample ranged from 20 to 83 years. It was decided that the sample be divided into three age groups to facilitate the analysis: 18 to 30 years; 31 to 59 years, and over 60 years old. A decrease in vestibular-ocular reflex gains of the right and posterior semicircular canals was observed with increasing age. The average semicircular canal gain was close to one and the velocities above 100%. **Conclusion:** the average gain of the semicircular canals is within the normality standards found in the literature. Only the posterior and right anterior semicircular canals showed reduced gain with increasing age.

**Keywords:** Ear, Inner; Semicircular canals; Saccades; Postural balance; Aging

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Minas Gerais (MG), Brasil.

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

<sup>2</sup>Hospital São Geraldo, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

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

**Conflito de interesses:** Não.

**Contribuição dos autores:** MBNR participou da idealização do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo; LOGM participou da coleta, análise e interpretação dos dados, redação do artigo e coorientação do estudo; PCM participou, na condição de orientadora, da idealização do estudo, análise e interpretação dos dados e redação do artigo.

**Financiamento:** Nada a declarar.

**Autor correspondente:** Patricia Cotta Mancini. E-mail: patmancini@gmail.com

**Recebido:** Junho 26, 2019; **Aceito:** Outubro 28, 2019

## INTRODUÇÃO

O labirinto, ou orelha interna, é um órgão sensorial periférico, composto por uma porção anterior, chamada cóclea, responsável pela audição, e uma porção posterior, responsável pela detecção de movimentos da cabeça e orientação da cabeça em relação à gravidade. Apresenta uma camada óssea, que o recobre externamente, e uma camada membranosa interna, que contém as estruturas sensoriais. Cada labirinto é composto por três canais semicirculares (CSC), responsáveis pela detecção de movimentos angulares da cabeça, e dois órgãos otolíticos, responsáveis por detectar movimentos lineares. Os canais semicirculares são dispostos em planos perpendiculares entre si, alcançando uma cobertura ortogonal das três dimensões do espaço<sup>(1,2)</sup>.

Funcionalmente, os CSC trabalham em pares sinérgicos, sendo um de cada lado, situados no mesmo plano do espaço. Um estímulo excitatório em um canal gera outro inibitório em seu par e vice-versa. Os canais laterais, também chamados horizontais, formam um par e apresentam-se em um ângulo de trinta graus, em relação ao plano horizontal. Os canais anterior direito e posterior esquerdo situam-se em um mesmo plano do espaço, formando outro par sinérgico, bem como os canais anterior esquerdo e posterior direito<sup>(1-4)</sup>.

Em indivíduos saudáveis, os CSC detectam as acelerações angulares realizadas pela cabeça, enviando aos músculos oculares extrínsecos estímulos necessários para produzir um movimento compensatório do globo ocular, na mesma direção e em sentido oposto, de forma a estabilizar a imagem na retina<sup>(1-4)</sup>.

Este mecanismo constitui o reflexo vestibulo-ocular (RVO), um dos reflexos mais rápidos do corpo, formado por apenas três neurônios: gânglio vestibular, núcleo vestibular e núcleos motores oculares, com latência de apenas 7 a 10 milissegundos<sup>(1,4,5)</sup>. Na presença de hipofunção de algum canal semicircular, durante o movimento, o olho se desloca junto com a cabeça, para fora do alvo. Posteriormente, realiza uma sacada corretiva para retornar ao alvo<sup>(1,4-7)</sup>.

Indivíduos que apresentam diminuição da função vestibular, com consequente déficit no RVO, necessitam realizar um movimento ocular corretivo para levar ao alvo após um movimento cefálico. Algumas vezes, este movimento, denominado sacada corretiva, pode ser visto a olho nu (sacadas OVERT). Entretanto, há sacadas corretivas que ocorrem com latência curta, de forma que não é possível observá-la sem auxílio do exame (sacadas COVERT)<sup>(4,8-11)</sup>.

Em 1963, Robinson projetou um campo magnético de pesquisa de bobina escleral (BECM ou *scleral search-coil*), que ainda é considerada padrão ouro para gravar os movimentos dos olhos e da cabeça, dimensionais. Esta técnica permite o registro RVO durante impulsos de cabeça, permitindo o estudo do eixo de rotação do olho, ganhos, assimetria e latências desencadeadas por rotações de cabeça nos planos dos pares funcionais do CSC. Deve-se notar que, apesar de sua utilidade, é um método incômodo para o paciente, caro, invasivo e de difícil implantação clínica. Porém, em 1988, Halmagyi e Curthoys criaram o teste do impulso cefálico com vídeo (*video head impulse test - vHIT*) que é a versão computadorizada do teste de impulso da cabeça (HIT). Assim, o v-HIT consiste numa avaliação otoneurológica rápida, objetiva e sem desconforto aos indivíduos a ele submetidos<sup>(6-10,12)</sup>.

O *video head impulse test (v-HIT)* é um exame rápido e objetivo, que avalia o RVO em cada canal semicircular individualmente e em frequência fisiológica da aceleração angular da cabeça,

através de impulsos cefálicos rápidos e de curta amplitude. Em cada impulso, o v-HIT fornece o registro do movimento da cabeça e a resposta reflexa do olho. As provas impulsivas são rápidas para desencadear o RVO, sem contaminação cortical ou de sistemas oculares lentos<sup>(4,5,9,10)</sup>.

O registro dos perfis de velocidade ocular e cefálica, durante o impulso cefálico, por meio do v-HIT, permite o cálculo do ganho do RVO, definido como o *ratio* entre estas velocidades. Este *ratio* pode ser calculado em momentos específicos (a 40, 60 e 80 ms), após início do impulso (ganho instantâneo), ou como resultante de regressão linear (ganho por regressão). O último parece ser o valor mais robusto e o primeiro permite a avaliação da variação dinâmica do ganho do RVO, durante o impulso. Dada a existência de uma latência e, portanto, de uma discrepância entre as curvas de velocidades cefálica e ocular, os valores de normalização obtidos são ligeiramente inferiores ( $0,95 \pm 0,09$ )<sup>(4,5)</sup>.

Calculando os limites de normalidade do ganho de RVO, autores obtiveram valores de 0,77 a 1,33<sup>(4,5)</sup>. Na obtenção de valores superiores, deverá sempre ser avaliada a deficiente calibração ou de excessiva proximidade do alvo, revelando a importância de uma distância mínima de um metro entre o indivíduo e o alvo. A avaliação do ganho do RVO permite o cálculo da assimetria interaural<sup>(4-6)</sup>.

Estudos revelaram evidências de perda de células receptoras vestibulares e aferências primárias com o aumento da idade, pois há a diminuição considerável de receptores em cada canal semicircular, o que pode sugerir um declínio do RVO, com o envelhecimento<sup>(7,11,13)</sup>. Autores encontraram uma pequena diminuição no ganho do RVO nos canais verticais<sup>(7,11,13)</sup>. Assim, existe a necessidade de dados de indivíduos sem alterações otoneurológicas sobre como o ganho do RVO é afetado pela idade.

De acordo com Organização Mundial de Saúde (OMS), idoso é indivíduo com idade igual ou superior a 60 anos<sup>(14)</sup>. O envelhecimento é um processo natural de diminuição progressiva da reserva funcional dos indivíduos<sup>(15)</sup>, que gera consequências físicas, psicológicas e sociais, podendo afetar a funcionalidade e aumentando o risco de quedas<sup>(16)</sup>.

Existem estudos que buscaram padronizar o ganho dos CSC por meio do v-HIT, porém, ainda há controvérsias na literatura sobre a diminuição do ganho com a idade. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da idade no ganho dos canais semicirculares, por meio do v-HIT.

## MÉTODOS

Os procedimentos desta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais – CEP -UFMG, sob o nº CAAE 56877316.1.0000.5149 (conforme Resolução CNS 466/12). A pesquisa foi realizada no Observatório de Saúde Funcional em Fonoaudiologia do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG - Minas Gerais (MG), Brasil.

A casuística foi composta por 90 indivíduos, sem alterações otoneurológicas prévias autorrelatadas em questionário. Foram incluídos indivíduos maiores de 18 anos, que concordaram voluntariamente em participar da pesquisa, que apresentaram otoscopia normal, sem história de cirurgia ou trauma otológico, sem doenças vestibulares prévias autorrelatadas, sem dificuldades na movimentação cervical, e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. 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 de um programa chamado “Academia da Cidade”, que acontece no prédio da Faculdade de Medicina da UFMG.

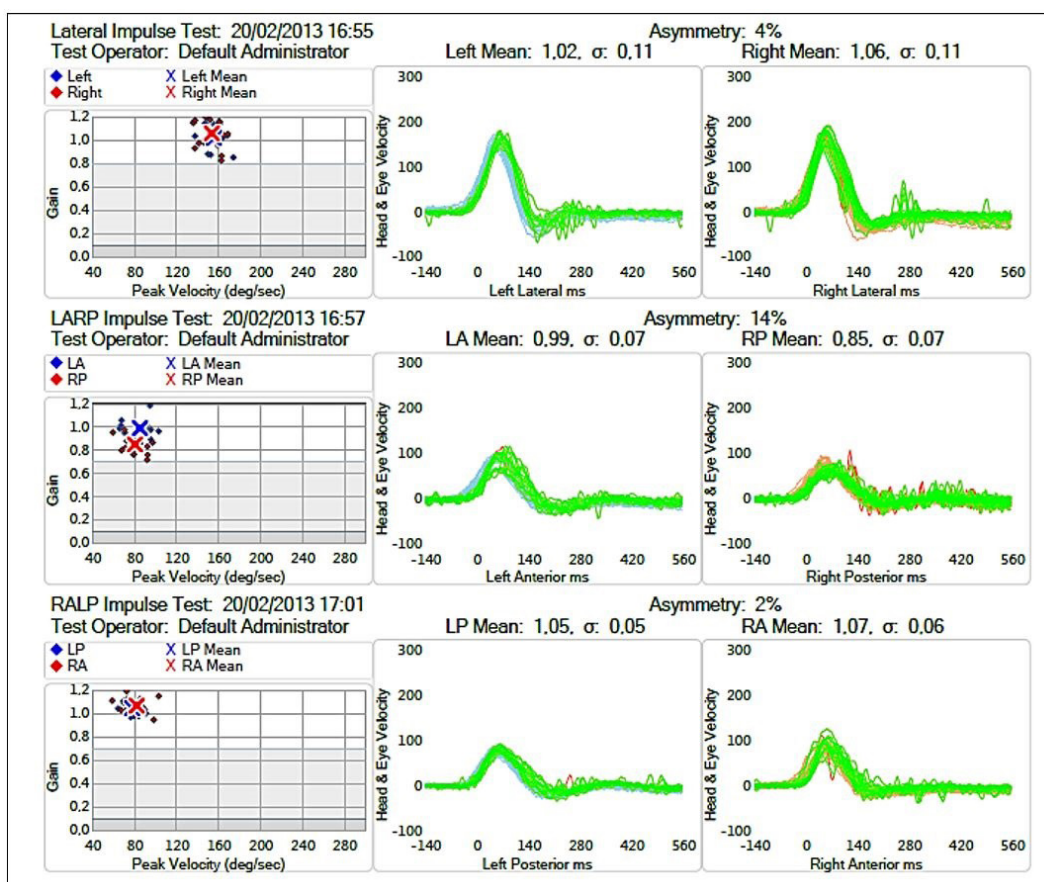
Inicialmente, os participantes responderam a um questionário contendo informações demográficas (idade e sexo), e referentes à história otológica e vestibular para verificar a ausência de possíveis alterações auditivas ou vestibulares. O exame v-HIT foi realizado por um mesmo pesquisador, utilizando-se o equipamento ICS-Impulse da empresa Otometrics®. Não se realizou nenhum outro exame otoneurológico.

Para realização do exame, o participante permaneceu sentado em uma cadeira, a 120 cm do alvo, com a máscara do equipamento bem ajustada à cabeça, de forma a minimizar possíveis deslizamentos. Após a calibração do sinal de posição do olho, o participante foi instruído a fixar o olhar em um alvo localizado na parede, à altura dos olhos, enquanto o examinador realizava os impulsos cefálicos nos planos específicos de estimulação dos seis canais semicirculares. Foram obtidos, pelo menos, 20 impulsos de cada canal, com, no máximo, dez impulsos rejeitados pelo aparelho como inadequados.

Para avaliar os canais laterais, foram realizados movimentos curtos e rápidos com a cabeça do participante para a direita e esquerda, de forma aleatória. Na avaliação dos canais verticais, a cabeça do participante foi deslocada a 45° para a direita do plano mediano da cabeça, colocando no mesmo plano de

estimulações os canais anterior esquerdo e posterior direito (LARP, do inglês *left anterior and right posterior*). Nesta posição, um movimento de cabeça para a frente ativa o canal anterior esquerdo e um movimento de cabeça para trás ativa o canal posterior direito. Em seguida, a cabeça do participante foi posicionada neste mesmo ângulo, para a esquerda, avaliando o par sinérgico dos canais semicirculares anterior direito e posterior esquerdo (RALP, do inglês *right anterior and left posterior*). Nesta posição, o movimento da cabeça para frente estimula o canal anterior direito e, para trás, o canal posterior esquerdo é ativado. Foram realizados movimentos de frequência e direção imprevisíveis, de baixa amplitude (10-20°), alta aceleração (1.000-2.500°/s<sup>2</sup>) e velocidade (100-250°/s), de acordo com o exigido no manual do equipamento<sup>(17)</sup>. O tempo de duração do exame foi de, aproximadamente, 15 minutos.

O equipamento apresenta sensores que detectam e medem os movimentos da cabeça e dos olhos. Para cada movimento realizado pelo examinador (impulso), são geradas duas sinusoides representadas em um gráfico, resultantes dos movimentos da cabeça e dos olhos. Em indivíduos normais, espera-se que os gráficos sejam iguais, o que resulta no chamado ganho igual a 1. Quando o movimento dos olhos é menor que o movimento realizado pela cabeça, tem-se um ganho abaixo de 1 e um movimento compensatório dos olhos – sacada corretiva – é realizado para levar os olhos de volta ao alvo. O exame foi validado e é considerado normal um ganho maior ou igual 0,8 para os canais laterais e 0,75 para os canais verticais<sup>(9,10)</sup> (Figura1).



**Figura 1.** Exame dentro dos padrões de normalidade (arquivo pessoal)

**Legenda:** LARP = canais anterior esquerdo e posterior direito; RALP = canais anterior direito e posterior esquerdo; LP = canal semicircular posterior esquerdo; RP = canal semicircular posterior direito; LA = canal semicircular anterior esquerdo; RA = canal semicircular anterior direito

Os resultados do v-HIT foram avaliados com relação ao ganho, presença de sacadas corretivas e as velocidades em que cada canal foi testado. Os dados coletados foram lançados em tabela de Excel e submetidos à análise estatística, realizada por meio do programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 22.0.

Inicialmente, foi realizada a análise descritiva da frequência das variáveis idade e sexo. Realizou-se análise de medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (desvio padrão) e de posição (máximo e mínimo) das variáveis contínuas (idade, ganho dos canais semicirculares e velocidade dos impulsos cefálicos). A normalidade das variáveis contínuas foi observada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Foi analisada a correlação entre a idade e o ganho dos CSC, utilizando-se o teste Jonckheere-Terpstra, que considera a ordenação das amostras, sendo adotado o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ), em todas as análises.

## RESULTADOS

A idade variou de 20 a 83 anos, com média de 46,4 e desvio padrão de 19,8. O sexo mais prevalente foi o feminino, com 84,4%, e o sexo masculino compreendeu 16,6% da amostra. Quando se analisou a idade dos sujeitos em categorias, obtiveram-se as seguintes proporções: 31 jovens de até 30 anos (34,1%); 31 adultos de 31 a 59 anos (35,2%) e 28 idosos (30,7%) acima de 60 anos. A média do ganho dos CSC variou de 0,87 a 1,05 e a média das velocidades variou de 122 a 180 %/s. Os valores de tendência

central do ganho dos 6 canais semicirculares e da velocidade do exame podem ser observados na Tabela 1.

Para a análise da associação do ganho dos canais semicirculares com a idade, optou-se por dividir as idades em três categorias (até 30 anos, 31 a 59 anos e  $\geq 60$  anos). Realizou-se a média dos canais laterais (direito e esquerdo), anteriores (direito e esquerdo) e posteriores (direito e esquerdo). Houve diferença estatística apenas na comparação do ganho do RVO nos canais semicirculares posteriores (Tabela 2).

Para melhor ilustrar a diferença encontrada no ganho dos canais posteriores, elaborou-se um gráfico que mostra a relação entre o ganho dos canais semicirculares e o aumento da idade (Figura 2).

Os *outliers* foram analisados e não apresentaram confusões na seleção. Os exames foram confiáveis e o restante da amostra não sofreu influência, uma vez que a idade é uma variável sem distribuição normal, analisada por um teste não paramétrico.

Analisou-se também a correlação de Pearson entre idade e ganho dos CSC. Verificou-se significância entre o aumento da idade e a diminuição do ganho dos CSC anterior direito ( $R -0,21$ ;  $p 0,045$ ) e posterior esquerdo ( $R -0,82$ ;  $p 0,007$ ), porém, esta correlação foi estatisticamente baixa (Figuras 3 e 4).

Realizou-se, também, a análise da correlação entre as velocidades dos impulsos cefálicos e o ganho dos CSC. Houve significância apenas entre os canais laterais direito ( $R-0,357$ ;  $p-0,001$ ) e esquerdo ( $R-0,26$ ;  $p-0,010$ ), evidenciando que, quanto maior a velocidade, menor o ganho dos CSC. A análise da correlação entre o sexo e o ganho não apresentou diferença estatística.

**Tabela 1.** Medidas de tendência central e dispersão do ganho dos canais semicirculares e velocidade do movimento realizado durante o exame (N = 90)

Canal semicircular	Ganho dos canais					Velocidade do movimento (100-250%/s)				
	Média	DP	Mediana	Mín	Máx	Média	DP	Mediana	Mín	Máx
Lateral esquerdo	0,96	0,13	0,93	0,64	1,42	180,0	24,08	180,0	120	240
Lateral direito	1,05	0,12	1,0	0,76	1,52	169,67	24,05	160,0	120	240
Anterior esquerdo	0,96	0,14	0,94	0,71	1,59	122,97	11,42	120,0	90	180
Anterior direito	0,90	0,15	0,89	0,59	1,34	125,16	13,42	120,0	110	160
Posterior esquerdo	0,87	0,15	0,88	0,44	1,31	130,71	10,12	130,0	110	160
Posterior direito	0,88	0,13	0,87	0,41	1,46	128,02	13,20	120,0	110	180

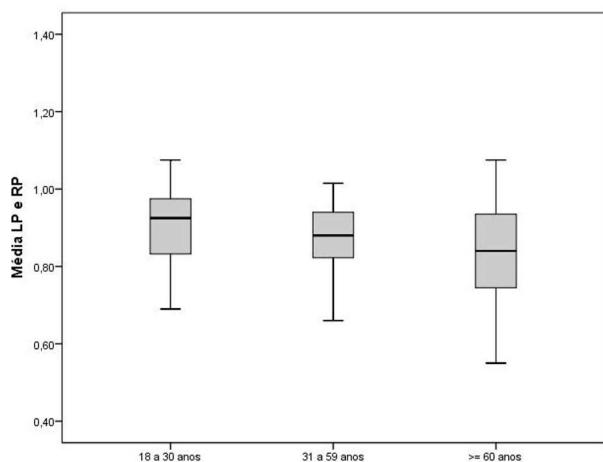
**Legenda:** DP = desvio padrão; Mín = valor mínimo encontrado; Máx = valor máximo encontrado; N = número de participantes

**Tabela 2.** Comparação entre a idade dos participantes e o ganho dos canais semicirculares (N = 90)

Ganho dos canais	Faixa de idade (anos)	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	P-valor*
Laterais	18 a 30	1,00	0,11	0,98	0,87	1,31	0,977
	31 a 59	0,99	0,10	0,96	0,88	1,39	
	$\geq 60$	1,01	0,16	0,98	0,70	1,47	
Anteriores	18 a 30	0,95	0,14	0,95	0,74	1,46	0,086
	31 a 59	0,93	0,13	0,91	0,66	1,32	
	$\geq 60$	0,90	0,10	0,90	0,77	1,10	
Posteriores	18 a 30	0,92	0,13	0,93	0,69	1,39	0,036*
	31 a 59	0,86	0,11	0,88	0,54	1,18	
	$\geq 60$	0,84	0,13	0,84	0,55	1,08	

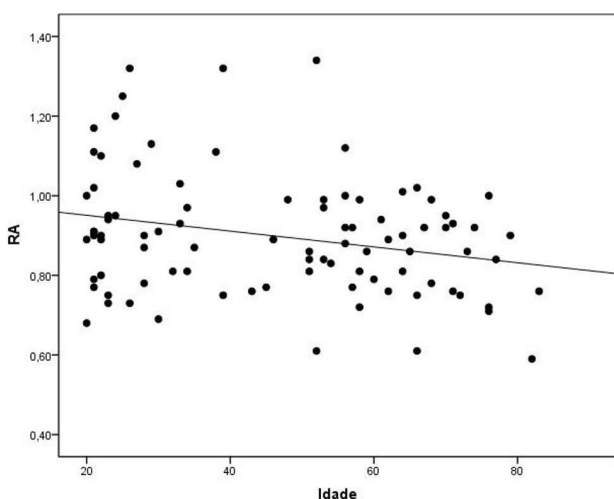
\*Jonckheere-Terpstra Test

**Legenda:** N = número de participantes



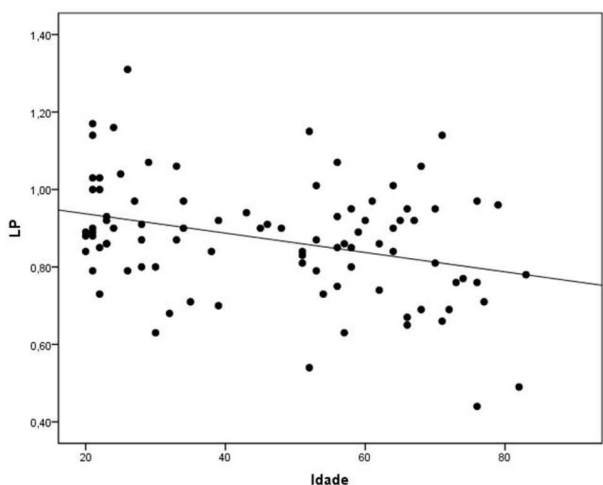
**Figura 2.** Boxplot do ganho dos canais semicirculares posteriores com o aumento da idade, em três categorias

**Legenda:** LP = canal semicircular posterior esquerdo; RP = canal semicircular posterior direito



**Figura 3.** Gráfico de dispersão do ganho do canal semicircular anterior direito com o aumento da idade

**Legenda:** RA = canal semicircular anterior direito



**Figura 4.** Gráfico de dispersão do ganho do canal semicircular posterior esquerdo com o aumento da idade

**Legenda:** LP = canal semicircular posterior esquerdo

## DISCUSSÃO

No presente estudo, observou-se que a média de idade da amostra foi de 46,4 anos, sendo o sexo feminino o mais prevalente. Embora tenha sido uma amostra de conveniência, as características do grupo estudado podem favorecer futuros estudos comparativos, já que, de acordo com a literatura, a tontura é mais frequente em mulheres com idade acima de 40 anos<sup>(3-6,13,18,19)</sup>.

Não se realizou cálculo para definir as faixas etárias, considerando-se como idosos os indivíduos com 60 anos ou mais, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS)<sup>(14)</sup>. Os grupos jovens e adultos foram divididos de forma que mantivessem uma porcentagem aproximada de indivíduos em cada grupo: jovens (34%) e adultos (35%).

Para todos os canais semicirculares, os ganhos apresentaram médias próximas de 1, o que confirma os achados de outros estudos, nos quais indivíduos saudáveis foram avaliados<sup>(7,11,13,18-20)</sup>. Mossman et al.<sup>(21)</sup> também encontrou valores próximos a 1 do ganho de 60 indivíduos sem alterações otoneurológicas.

Desta forma, o presente estudo contribui para o fornecimento de dados para futuras comparações em pesquisas a serem realizadas com indivíduos sem alterações vestibulares, numa faixa de idade diversificada. O estudo revela, também, a importância de se considerar um ganho menor para indivíduos idosos.

Na comparação entre grupos etários, apenas o ganho dos canais semicirculares posteriores apresentou diferença com o aumento da idade, resultado que concorda com o estudo de Matino-Soler et al.<sup>(7)</sup>, que também encontrou uma diminuição do ganho dos canais posteriores direito e esquerdo, com o aumento da idade. Este achado reafirma a hipótese de que o envelhecimento pode diminuir consideravelmente os receptores dos canais semicirculares<sup>(22-24)</sup>. A partir dos 40 anos, é possível observar alterações microscópicas sinápticas no nervo vestibular; aos 50 anos, a degeneração dos receptores vestibulares nas cristas dos CSC e no sáculo. A partir dos 60 anos, ocorre o aumento do atrito das fibras nervosas do nervo vestibular e a redução da velocidade de condução do estímulo elétrico no nervo vestibular, podendo alterar sua função e reflexos, como o RVO<sup>(23-25)</sup>.

A média da velocidade foi próxima a 100 graus por segundo nos canais semicirculares verticais e próxima de 200 graus por segundo nos canais semicirculares laterais, conforme preconizado no manual do equipamento para um exame confiável<sup>(26)</sup>. Quando se analisou a correlação entre as velocidades dos impulsos cefálicos e o ganho dos CSC, verificou-se que o aumento da velocidade dos impulsos nos CSC laterais garantiu ganhos menores, confirmando os achados de que o aumento da velocidade permite captar ganhos baixos dos CSC<sup>(11,13,17,21,27,28,29)</sup>.

As sacadas não estiveram presentes nos grupos do estudo, fato que concorda com a literatura, pois as sacadas revelam hipofunção do labirinto e são consideradas sinais patológicos<sup>(1-5,13,17-19,27,28,29)</sup>.

Os idosos que compuseram a amostra deste estudo foram provenientes do Programa Academia da Cidade, uma iniciativa do Ministério da Saúde. Assim, o grupo estudado possivelmente apresenta um perfil diferente da população idosa em geral, o que não permite generalizações além desta amostra<sup>(30)</sup>. Sendo assim, os resultados encontrados no presente estudo referem-se a idosos saudáveis, que praticam atividade física regular.

Uma das dificuldades encontradas foi a realização do exame v-HIT nos idosos que, muitas vezes, apresentavam

ptose palpebral, o que levou à utilização de estratégias que facilitassem a captação da pupila pela câmera do aparelho. Desta forma, utilizaram-se fitas adesivas no sentido transversal das sobrancelhas, com o intuito de levantar as pálpebras do idoso.

## CONCLUSÃO

As médias dos ganhos dos canais semicirculares e das velocidades dos impulsos cefálicos apresentaram-se dentro dos padrões de normalidade. Os canais semicirculares posteriores e o anterior direito apresentaram redução do ganho com o aumento da idade.

## Referências

- Cremer PD, Halmagyi G, Aw S, Curthoys IS, McGarvie LA, Todd MJ, et al. Semicircular canal plane head impulses detect absent function of individual semicircular canals. *Brain*. 1998;121(4):699-716. <http://dx.doi.org/10.1093/brain/121.4.699>. PMID:9577395.
- Halmagyi GM, Curthoys I, Cremer P, Henderson CJ, Todd MJ, Staples MJ, et al. The human horizontal vestibulo-ocular reflex in response to high-acceleration stimulation before and after unilateral vestibular neurectomy. *Exp Brain Res*. 1990;81(3):479-90. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02423496>. PMID:2226683.
- Wuyts F. Principle of the head impulse (thrust) test or Halmagyi head thrust test (HHTT). *B-ENT*. 2008;4:23-5.
- Luis LA. Evaluation of central and peripheral vestibular patients with the video-head impulse test [doutorado]. Porto: Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Católica Portuguesa; 2015.
- Maia FCZ, Albernaz PLM, Carmona S. Otoneurologia atual. *Revinter*. 2014;1(5):89-119.
- Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The video head impulse test. *Front Neurol*. 2017;8:258. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2017.00258>. PMID:28649224.
- Matiño-Soler E, Esteller-More E, Martín-Sánchez JC, Martínez-Sánchez JM, Pérez-Fernández N. Normative data on angular vestibulo-ocular responses in the yaw axis measured using the video head impulse test. *Otol Neurotol*. 2015;36(3):466-471. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000000661>. PMID:25473958.
- McCaslin DL, Jacobson GP, Bennett ML, Gruenwald JM, Green AP. Predictive properties of the video head impulse test: measures of caloric symmetry and self-report dizziness handicap. *Ear Hear*. 2014;35(5):e185-91. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.000000000000047>. PMID:24801960.
- MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS. The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology*. 2009;73(14):1134-41. <http://dx.doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181bacf85>. PMID:19805730.
- MacDougall HG, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS, Weber KP. Application of the video head impulse test to detect vertical semicircular canal dysfunction. *Otol Neurotol*. 2013;34(6):974-9. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0b013e31828d676d>. PMID:23714711.
- McGarvie LA, Halmagyi M, Curthoys I, MacDougall H. The video head impulse test (vHIT) of semicircular canal function – age-dependent normative values of VOR gain in healthy subjects. *J Vestib Res*. 2014;24:77-100.
- Riska KM, Murnane O, Akin FW, Hall C. Video Head Impulse Testing (vHIT) and the assessment of horizontal semicircular canal function. *J Am Acad Audiol*. 2015;26(5):518-23. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.14083>. PMID:26055841.
- Tae Hwan K, Min-BeomHwa K. Effect of aging and direction of impulse in video head impulse test. *Laryngoscope*. 2018;128:228-33.
- OMS: Organização Mundial da Saúde. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Brasília: Organização Pan Americana da Saúde; 2005 [citado em 2019 Jun 26]. Disponível em [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento\\_ativo.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento_ativo.pdf)
- Pereira KCR, Lacerda JT, Natal S. Avaliação da gestão municipal para as ações da atenção à saúde do idoso. *Cad Saude Publica*. 2017;33(4):e00208815. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00208815>.
- Fiorio GO. Functionality and risk of falls of elderly participants of a companionship group of Flores da Cunha, RS. *PAJAR - Pan American J Aging Res*. 2018;6:50-7.
- Janky KL, Patterson J, Shepard N, Thomas M, Barin K, Creutz T, et al. Video Head Impulse Test (vHIT): the role of corrective saccades in identifying patients with vestibular loss. *Otol Neurotol*. 2018;39(4):467-73. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000001751>. PMID:29533335.
- Janky KL, Patterson JN, Shepard NT, Thomas MLA, Honaker JA. Effects of device on video Head Impulse Test (vHIT) gain. *J Am Acad Audiol*. 2017;28(9):778-85. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.16138>. PMID:28972467.
- McGarvie LA, MacDougall HG, Halmagyi GM, Burgess AM, Weber KP, Curthoys IS. The video head impulse test (vHIT) of semicircular canal function – age dependent normative values of VOR gain in healthy subjects. *Front Neurol*. 2015;6(1):154. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2015.00154>. PMID:26217301.
- Oiticica J, Bittar RS. Estudo epidemiológico populacional da prevalência de tontura na cidade de São Paulo. *Rev Bras Otorrinolaringol (Engl Ed)*. 2015;81:167-76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.12.004>.
- Mossman B, Mossman S, Purdie G, Schneider E. Age dependent normal horizontal VOR gain of head impulse test as measured with video-oculography. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;44:29. PMID:26141721.
- Ganança FF, Gazzola JM, Aratani MC, Perracini MR, Ganança MM. Circunstâncias e consequências de quedas em idosos com vestibulopatias crônicas. *Rev Bras Otorrinolaringol (Engl Ed)*. 2006;72(3):388-93. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992006000300016>.
- Scherer S, Lisboa HRK, Pasqualotti A. Tontura em idosos: diagnóstico otoneurológico e interferência na qualidade de vida. *Diagnóstico Otoneurológico*. 2012;17(1):142-50. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342012000200007>.
- Simoceli L, Bittar RMS, Bottino MA, Bento RF. Perfil diagnóstico do idoso portador de desequilíbrio corporal: resultados preliminares. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2003;69(6):772-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992003000600008>.
- Agrawal Y, Zuniga MG, Davalos-Bichara M, Schubert MC, Walston JD, Hughes J, et al. Decline in the semicircular canal and otolith function with age. *Otol Neurotol*. 2012;33(5):832-9. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0b013e3182545061>. PMID:22699991.
- GN Otometrics A/S. ICS Impulse USB - reference manual. 2019 [citado em 2019 Jun 26]. Disponível em [http://madsen.hu/pdf/utमतato/Impulse\\_3.0\\_Reference\\_Manual\\_7-50-2040-EN\\_01.pdf](http://madsen.hu/pdf/utमतato/Impulse_3.0_Reference_Manual_7-50-2040-EN_01.pdf)
- Sabour S. Diagnostic value of video head impulse test in vestibular neuritis: methodological issues. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018;159(2):400-400. <http://dx.doi.org/10.1177/0194599818779792>. PMID:30066617.
- Hougaard DD, Abrahamsen ER. Functional testing of all six semicircular canals with video head impulse test systems. *J Vis Exp*. 2019;(146):e59012. <http://dx.doi.org/10.3791/59012>. PMID:31058885.
- Alhabib SF, Saliba I. Video head impulse test: a review of the literature. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2017;274(3):1215-22. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-016-4157-4>. PMID:27328962.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 719, de Abril de 2011. Institui o Programa Academia da Saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial da União*; Brasília; 08 abr 2011.