

From nystagmus to the air and water caloric tests

Do nistagmo às provas calóricas com ar e com água

Anna Carolina Marques Perrella de Barros¹, Heloisa Helena Caovilla²

Keywords:

caloric tests,
labyrinthine fluids,
nystagmus, physiologic,
vestibular
function tests,
vestibule, labyrinth.

Palavras-chave:

líquidos labirínticos,
nistagmo fisiológico,
testes calóricos,
testes de função
vestibular,
vestíbulo do labirinto.

Abstract

The caloric test is an important tool for the assessment of labyrinthine function. **Objective:** To compare the nystagmus response in the caloric tests with air at 50°C and 24°C and with water at 44°C and 30°C. Study Design: Randomized crossover clinical trial. **Materials and Methods:** 40 healthy individuals were submitted to a neurotological evaluation, including caloric tests with air at 50°C and 24°C and water at 44°C and 30°C. **Results:** Comparing the air and water caloric tests, there were no significant differences among the post-caloric nystagmus slow-phase velocity in relation to the stimulation order, between ears and between the values of unilateral weakness and directional preponderance. The slow-phase velocity values were higher with water ($p = 0.008$, $p < 0.001$), and cold stimulation produced stronger responses ($p < 0.001$). **Conclusion:** Comparing 50°C and 24°C air caloric test and 44°C and 30°C water caloric test, we observed similar slow-phase velocity values for both ears, higher responses in the cold temperature and in the test with water, and similar results of unilateral weakness or directional preponderance for post-caloric nystagmus in both tests.

Resumo

A prova calórica é uma importante ferramenta na avaliação da função labiríntica. **Objetivo:** Comparar o nistagmo pós-calórico da prova com ar a 50°C e 24°C com o da prova com água a 44°C e 30°C. Desenho científico: Estudo clínico cruzado randomizado. **Material e Método:** 40 indivíduos hígidos submetidos à avaliação da função vestibular incluindo a prova calórica com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C. **Resultados:** À comparação das provas com ar e com água, não houve diferença significativa entre os valores da velocidade angular da componente lenta (VACL) do nistagmo pós-calórico quanto à ordem de realização das estimulações, entre as orelhas e entre os valores de predomínio labiríntico e de preponderância direcional. Os valores da VACL foram maiores nas estimulações com água ($p = 0,008$; $p < 0,001$) e a temperatura fria evocou respostas mais intensas ($p < 0,001$). **Conclusão:** À comparação entre as provas com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C, observam-se valores de velocidade da componente lenta similares em ambas as orelhas, maiores na temperatura fria e na prova com água e resultados semelhantes de predomínio labiríntico ou de preponderância direcional do nistagmo pós-calórico em ambas as provas.

¹ Mestre em Ciências - Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP/EPM) (Fonoaudióloga).

² Professor Associado Livre-Docente da Disciplina de Otolgia e Otoneurologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP/EPM) (Fonoaudióloga).

Endereço para correspondência: Anna Carolina Marques Perrella de Barros. Rua Baguassu, 141, apto 173. VI. Regente Feijó - SP. CEP: 03344-015.

Email: anna_perrella@yahoo.com.br

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 15 de janeiro de 2012. cod. 8992.

Artigo aceito em 3 de março de 2012.

INTRODUÇÃO

A prova calórica, geralmente, é a parte mais informativa da vestibulometria. É o único procedimento que avalia cada labirinto separadamente e permite reconhecer o lado acometido e caracterizar a intensidade da lesão vestibular^{1,2}, apesar de apresentar grande variabilidade intra e inter-individual em seus parâmetros de avaliação^{2,3}.

A estimulação térmica do labirinto provoca corrente endolinfática nos canais semicirculares, polarizando ou despolarizando as células sensoriais da crista ampular e desencadeando o reflexo vestibulo-ocular. O estímulo quente gera uma corrente ampulípeta, na direção do utrículo, com excitação do canal semicircular lateral estimulado e nistagmo na mesma direção do labirinto em teste. O estímulo frio resulta em uma corrente ampulífuga, em direção contrária ao utrículo, com inibição do canal semicircular estimulado e nistagmo na direção oposta ao labirinto avaliado^{2,5}.

Além das correntes de convecção, outros mecanismos podem estar envolvidos na evocação das respostas calóricas, como a transdução mecânica da cúpula, o efeito térmico nas estruturas neurossensoriais e a adaptação neural, combinados de forma não linear².

Os órgãos vestibulares, em condições fisiológicas, são sensíveis a estímulos que variam de 0,001 Hz a 8 Hz⁶, sendo que os canais semicirculares respondem de modo mais eficiente a movimentos angulares de 1 a 6 Hz⁷.

A prova calórica permite a avaliação do canal semicircular lateral; anormalidades devem ser interpretadas em conjunto com outros testes, pois não indicam, necessariamente, que todo o labirinto está acometido⁸. Esta prova fornece uma informação parcial sobre o funcionamento vestibular, pois provoca uma corrente endolinfática no canal semicircular lateral correspondente a apenas 0,003 Hz da movimentação angular cefálica⁷.

Foram idealizados vários métodos para a avaliação da função vestibular por meio da estimulação térmica. Inicialmente, a água era o único elemento empregado para evocar a resposta nistágmica⁹. Foi também referido o uso de éter e cloreto de etilo¹⁰ e preconizados a prova calórica bifásica com ar, em que as temperaturas quente e fria são rapidamente alteradas durante a estimulação, produzindo resposta nistágmica bidirecional¹¹, a prova calórica com mudança térmica contínua, em que a temperatura era regulada durante o teste e reduzida em taxa constante até o surgimento do nistagmo¹², e o uso de um balão de silicone no meato acústico externo com água circulante, que permitia a realização da prova em orelhas com membranas timpânicas perfuradas¹³; a estimulação poderia ser bitérmica alternada, bitérmica simultânea, monotérmica e por meio de apenas provas geladas².

Irigadores a ar tornaram-se comercialmente disponíveis por volta da década de 1960¹⁴ e são amplamente utilizados hoje em dia. No Brasil, um equipamento de estimulação calórica com ar, o Ototermodar, provocou comportamento reacional do labirinto semelhante ao da prova com água em indivíduos hígidos e diferenciou indivíduos hígidos de pacientes com distúrbios vestibulares, permitindo concluir que a prova com ar era tecnicamente viável, passível de ser utilizada na prática clínica¹⁵.

O ar constitui um meio mais confortável e seguro para o teste, sem contraindicações para o uso, e pode ser empregado

na avaliação de pacientes com perfurações na membrana timpânica, com otites externas e cavidades com mastoidectomia^{2,10,16-18}. Diferentemente da água, não precisa ser coletado durante a irrigação e o tempo inicial necessário para atingir a temperatura quente é menor⁹.

As propriedades térmicas do ar e da água são significativamente diferentes. A capacidade de manter a temperatura do ar é menor do que a da água^{19,20}. A exigência técnica da prova com o ar é maior¹⁶. O modelo e o diâmetro da ponta do irrigador, o quanto é inserido no meato acústico externo, o direcionamento e o fluxo do ar, a temperatura no ambiente de teste e a localização do equipamento na sala de exame podem afetar as características do ar e, assim, a amplitude das respostas pós-calóricas^{3,16,17,21}.

A literatura evidencia a busca dos pesquisadores para definir o melhor procedimento e obter a resposta calórica com o uso do ar. As temperaturas utilizadas na prova calórica com ar quente variaram entre 42°C e 51°C e na prova fria entre 20°C e 30°C, com fluxos de ar entre 5 e 13L/min e tempo de estimulação de 60 a 100 segundos^{10,14,17,18,20,22,23}.

Na irrigação com água, as temperaturas empregadas equivalem a 7°C acima e abaixo da temperatura corpórea, 44°C para a prova quente e 30°C para a fria. Na irrigação com ar, são necessários gradientes de 13°C, correspondentes a 50°C, para a estimulação quente, e a 24°C para a fria, para evocar uma resposta com amplitude semelhante à obtida pela estimulação com a água^{2,16,23}.

O parâmetro mais importante para a avaliação quantitativa da prova calórica, passível de análise graças à possibilidade de registro da resposta, é a velocidade angular da componente lenta (VACL) máxima, que é proporcional à intensidade do estímulo aplicado²⁴. As estimulações quente e fria com ar habitualmente produzem respostas nistágmicas similares às produzidas com água^{19,25}, com confiabilidade da resposta similar à da prova com água^{9,19} e confiabilidade teste-reteste adequada²⁶. No entanto, há o relato de que os valores absolutos da VACL foram mais intensos na prova com água^{17,20} e apresentaram maior variabilidade na prova com ar^{22,27}. Respostas diferentes à comparação entre estímulos quentes e frios são de pouca importância, pois o objetivo primordial da prova calórica é demonstrar se a resposta a um mesmo estímulo quente ou frio é simétrica nas duas orelhas²⁸.

A estimulação calórica com o ar foi questionada devido à variabilidade das suas respostas^{9,16,27}. A variabilidade das respostas pós-calóricas com ar poderia ser explicada pela tendência da temperatura do ar de equilibrar-se com a do ambiente. A utilização de temperaturas mais distantes da corpórea e o aumento no tempo da irrigação e no fluxo ampliam a intensidade da resposta; as variações teste-reteste diminuem quando o fluxo e a duração do estímulo são aumentados e quando a temperatura está próxima à do ambiente²². Em níveis acima de 10 L/min, o desconforto causado pelo estímulo acústico é maior²² e, em níveis abaixo de 5 L/min, a transferência de calor é drasticamente reduzida²³.

Pesquisas recentes sobre a prova calórica com água e com ar geralmente abordam temas relacionados aos achados em vestibulopatias. Em nosso meio, nas provas calóricas com ar a 42°C e 18°C e com água a 30°C e 44°C em vestibulopatias periféricas crônicas, foi encontrada prevalência de casos com anormalidades dos valores de VACL sobre a de predomínio

labiríntico e preponderância direcional, e a de predomínio labiríntico sobre a de preponderância direcional²⁹.

A importância diagnóstica da prova calórica e a escassa informação da literatura em nosso meio sobre a comparação entre as estimulações térmicas labirínticas com água e com ar motivaram a realização desta pesquisa.

As temperaturas de 50°C e 24°C da prova calórica com ar têm sido recomendadas por centros avançados de Otoneurologia de diversos países e não há em nosso meio nenhum trabalho científico que compare os resultados desta prova com os da prova calórica com água convencional.

O presente estudo tem utilidade prática para a rotina da avaliação da função vestibular e também abre perspectivas para outros estudos com a prova calórica a ar nestas temperaturas, possibilitando uma comparação pertinente com os resultados da literatura internacional.

O objetivo do presente estudo é comparar o nistagmo pós-calórico da prova com ar a 50°C e 24°C com o da prova com água a 44°C e 30°C.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi realizado após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição, sob número 0054/09. O termo de consentimento pós-informado foi obtido para todos os pacientes antes do início da investigação.

O grupo de estudo foi constituído por 40 indivíduos, voluntários, 25 do gênero feminino e 15 do gênero masculino, com idade entre 18 e 40 anos, sem queixas otológicas.

Como critérios de inclusão, foram selecionados indivíduos hígidos sem sintomas e sinais de alteração do equilíbrio corporal e que não estavam fazendo uso de medicamentos. Foi realizada uma entrevista diretiva para excluir antecedente pessoal de doenças otoneurológicas e uso de medicamentos. Foram, também, excluídos os indivíduos hígidos com resultados alterados no exame vestibular e com nistagmo espontâneo de olhos fechados e/ou pré-calórico, devido à possível influência destes sinais sobre os resultados da prova calórica.

Após inspeção visual do meato acústico externo, para garantir que o mesmo estivesse sem cerúmen ou corpo estranho, os participantes foram submetidos à avaliação da função vestibular⁴, composta por testes de equilíbrio estático e dinâmico; pesquisa de nistagmo posicional e de posicionamento; e pesquisa de nistagmo espontâneo e semiespontâneo, movimentos sacádicos, rastreio pendular, nistagmo optocinético, prova rotatória pendular decrescente e prova calórica com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C à vecto-eletronistagmografia digital (VENG - Neurograff Eletromedicina Ind. e Com. Ltda. - EPT - Brasil), utilizando otocalorímetro a ar (modelo OAT 10, adaptado para as temperaturas de 5°C e 24°C, Neurograff Eletromedicina Ind. e Com. Ltda. - EPT - Brasil) e otocalorímetro a água (modelo OC 214 - Berger). As respostas foram registradas e analisadas no software VecWin 2 (Neurograff Eletromedicina Ind. e Com. Ltda. - EPT - Brasil). Antes da coleta de dados, os otocalorímetros foram calibrados, com ajuste da temperatura segundo as especificações técnicas dos fabricantes.

Os indivíduos foram distribuídos em dois grupos de forma randomizada, de acordo com a prova calórica, que foi primeiramente realizada. O Grupo I foi submetido inicialmente

à prova calórica com ar e o Grupo II foi submetido inicialmente à prova calórica com água, para evitar uma possível influência da ordem das estimulações, habituação e efeitos residuais de uma prova sobre a outra²³.

Previamente à avaliação funcional do sistema vestibular, os pacientes foram orientados a não fumar, não consumir chocolate, bebidas alcoólicas ou cafeinadas nos três dias que antecederam a avaliação. No dia do exame, foram instruídos a não usarem maquiagem, cremes faciais ou lentes de contato.

Na sala de exame, a luminosidade permaneceu reduzida e utilizou-se equipamento de ar condicionado, que manteve a temperatura ambiente em aproximadamente 21°C, para evitar a interferência de variações térmicas da água e do ar nos resultados.

Para realização da VENG, os pacientes tiveram a pele limpa para possibilitar a colocação de três eletrodos de cloreto de prata ativos e um eletrodo terra. Os eletrodos foram dispostos no canto externo periorbitário direito, no canto externo periorbitário esquerdo e na linha média frontal, utilizando a disposição triangular de derivações, que permite identificar a direção do nistagmo e aferir a velocidade angular de sua componente lenta em três canais de registro³⁰.

A calibração dos movimentos oculares foi realizada no início e, quando necessário, no decorrer do exame e, sistematicamente, antes da prova calórica para minimizar modificações na amplitude da resposta ocasionadas pela variação do potencial córneo-retinal.

Durante a prova calórica com água e com ar, o paciente foi mantido na posição supina com a cabeça elevada 30°C³¹. A estimulação térmica foi realizada em cada ouvido separadamente, com ar a 50°C e 24°C, em fluxo de 8L/min, durante 60 segundos^{9,19}, respeitando um intervalo de três minutos entre uma estimulação e outra¹⁹; e com 250 ml de água, a 44°C e 30°C, durante 40 segundos, com intervalo de cinco minutos entre uma estimulação e a seguinte^{4,32}. Foi respeitado um intervalo de 15 minutos após o término da resposta nistágmica da última estimulação da prova calórica com água ou com ar e o início da primeira estimulação da prova seguinte com ar ou com água.

Cada sujeito foi submetido a oito estimulações calóricas. As estimulações calóricas quentes e frias com ar ou com água foram realizadas na seguinte ordem: quente na orelha direita, quente na orelha esquerda, fria na orelha esquerda e fria na orelha direita. Foram utilizadas estratégias como a conversação, a nomeação e o uso de cálculos matemáticos para estimular a atividade mental e evitar inibição cortical da resposta calórica. Presença de vertigem, direção e VACL do nistagmo pós-calórico foram analisadas com os olhos fechados e com os olhos abertos. A VACL foi escolhida como o parâmetro de avaliação da intensidade das respostas.

Todo o registro do nistagmo pós-calórico foi avaliado, sendo selecionado o trecho mais representativo do registro do nistagmo pós-calórico, com as respostas mais intensas em termos de VACL. Os valores percentuais de predomínio labiríntico e de preponderância direcional do nistagmo pós-calórico foram calculados utilizando os valores da VACL nas quatro estimulações com ar e nas quatro estimulações com água³³.

Foi realizada análise estatística descritiva para caracterização da amostra. Para as variáveis quantitativas, foram observados

os valores mínimos e máximos e calculados os valores de médias e desvios-padrão. Para as variáveis qualitativas, foram calculadas as frequências absolutas e relativas.

O teste qui-quadrado foi utilizado para avaliar a homogeneidade dos grupos I (ar-água) e II (água-ar) em relação às variáveis idade e gênero.

O teste *t-Student* foi utilizado na análise comparativa dos grupos I (ar-água) e II (água-ar) em relação à média da VACL do nistagmo pós-calórico.

O teste *t-Student* pareado foi utilizado na análise comparativa entre a orelha direita e esquerda às provas com ar a 50 e 24°C e com água a 44°C e 30°C, na análise comparativa por orelha entre as provas com ar, a 50°C e 24°C, e com água a 44°C e 30°C, na análise comparativa entre as provas com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C em cada orelha e na análise comparativa entre os valores relativos de predomínio labiríntico e preponderância direcional do nistagmo às provas com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa computacional SPSS 15,0 para Windows (*Statistical Package for Social Sciences*, versão 15.0, 2006); o nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$). O poder dos testes foi calculado quando houve diferença significativa entre os grupos; os valores encontrados variaram de 87% a 100,0%, indicando que o tamanho amostral foi suficiente para se obter mais de 80% de poder.

RESULTADOS

Foram avaliados 40 indivíduos hígidos, 25 (62,5%) do gênero feminino e 15 (37,5%) do masculino, com média etária de 26,45 anos (variação de 18 a 39 anos) e desvio padrão de 5,62 anos. Todos os indivíduos relataram vertigem às estimulações calóricas com ar e com água.

A Tabela 1 apresenta os valores descritivos da distribuição dos indivíduos hígidos nos grupos I (ar-água) e II (água-ar) e a análise comparativa entre os grupos quanto à idade e ao gênero. Não houve diferença estatística significativa entre os dois grupos em relação às variáveis idade e gênero.

Tabela 1. Valores descritivos da distribuição dos indivíduos hígidos nos dois grupos de estudo e análise comparativa com relação às variáveis idade e gênero.

Variável	Categoria	Grupos		p-valor
		I (Ar-Água)	II (Água-Ar)	
Idade (em anos)		24,95 + 5,80	27,95 + 5,13	0,091 ⁽¹⁾
Gênero	Feminino	12 (60,0%)	13 (65,0%)	0,744 ⁽²⁾
	Masculino	8 (40,0%)	7 (35,0%)	

⁽¹⁾ nível descritivo de probabilidade do teste *t*.

⁽²⁾ nível descritivo de probabilidade do teste qui-quadrado.

A Tabela 2 mostra os valores de média, desvio-padrão, mínimo e máximo da velocidade angular da componente lenta do nistagmo pós-calórico nas provas com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C na orelha direita e esquerda, e o *p*-valor da análise estatística comparativa, considerando a ordem em que as provas foram executadas. Independentemente da ordem de realização das provas, não houve diferença signifi-

cante entre os valores da VACL do nistagmo pós-calórico com ar e não houve diferença significativa entre os valores da VACL do nistagmo pós-calórico com água.

A Tabela 3 apresenta os valores de média, desvio-padrão, mínimo e máximo da VACL e de predomínio labiríntico e preponderância direcional do nistagmo pós-calórico à estimulação com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C e a análise estatística comparativa dos resultados entre as orelhas, as temperaturas e as provas. Não houve diferença estatística significativa à comparação dos valores de VACL entre as orelhas nas provas calóricas com ar e com água. Houve diferença estatística significativa ($p < 0,001$) entre os valores de VACL à comparação da prova com ar quente com a prova com ar frio e à comparação da prova com água quente com a prova com água fria, em cada orelha; a temperatura fria evocou respostas mais intensas do que a temperatura quente nas provas com ar e com água. Houve diferença estatística significativa ($p = 0,008$; $p < 0,001$) entre a prova calórica com ar em relação à prova com água em todas as estimulações; os valores de VACL foram maiores nas estimulações com água do que com ar. Não houve diferença estatística significativa entre os valores de predomínio labiríntico ($p = 0,761$) e de preponderância direcional ($p = 0,391$) à comparação dos resultados das provas com água e com ar.

DISCUSSÃO

Na comparação entre os resultados nos grupos ar-água (Grupo I) e água-ar (Grupo II), quanto à ordem de realização das provas, não houve diferença estatística significativa entre os valores da VACL do nistagmo pós-calórico com ar e entre os valores da VACL do nistagmo pós-calórico com água, não importando qual prova precedeu a outra, descartando um possível efeito de ordem nas respostas pós-calóricas. À semelhança de nossos achados, em outro estudo não houve evidências de adaptação fisiológica do nistagmo pós-calórico em normais, pois a ordem de realização das estimulações também não interferiu na amplitude da resposta³⁴.

Não houve diferença estatística significativa à comparação das respostas da orelha direita com as respostas da orelha esquerda nas estimulações a 50°C e 24°C da prova calórica com ar e a 44°C e 30°C com água, à semelhança do que foi referido por outros autores^{17,23}.

Verificou-se que os valores de VACL foram maiores nas estimulações com água do que com ar, tanto para a orelha direita quanto para a orelha esquerda. Alguns autores também relataram respostas pós-calóricas evocadas por água maiores do que na estimulação com ar^{14,20,26} ou semelhantes^{10,17,19,23}.

Houve diferença estatística significativa à análise comparativa das respostas às estimulações quentes (50°C com ar e 44°C com água) e às estimulações frias (24°C com ar e 30°C com água) em cada orelha. A temperatura fria provocou respostas mais intensas do que a temperatura quente tanto na prova com ar como na prova com água. À semelhança de nossos achados, foram relatadas respostas maiores na temperatura fria do que na quente na prova com água^{26,28,35} e com ar²⁶. No entanto, outros estudos mostraram que o estímulo quente provocou respostas mais intensas do que o estímulo frio na prova calórica com água^{9,14} e na prova com ar^{9,11}, ou que foram

Tabela 2. Valores descritivos do nistagmo pós-calórico à estimulação com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C e análise comparativa dos resultados entre os grupos.

Prova calórica	Temperatura/Orelha	Grupos	n	Média	DP	Mínimo	Máximo	p-valor
Com Ar	50°C/direita	I	20	12,8	5,1	4,1	22,4	0,136
		II	20	9,85	4,12	4,8	23,1	
	50°C/esquerda	I	20	11,31	5,59	2,9	22	0,246
		II	20	9,35	4,86	3,5	22,8	
	24°C/direita	I	20	12,91	5,35	5,1	28,4	0,689
		II	20	13,55	4,55	7,3	20,7	
	24°C/esquerda	I	20	14,42	5,34	4,4	23,6	0,55
		II	20	13,56	3,42	8,4	21,7	
Com Água	44°C/direita	I	20	13,21	4,39	6,5	24,2	0,423
		II	20	12,11	4,16	5,6	19,2	
	44°C/esquerda	I	20	12,38	4,81	6,2	22,6	0,911
		II	20	12,56	5,29	6,1	25,4	
	30°C/direita	I	20	20,9	7,97	6,6	33,9	0,62
		II	20	22,33	10	9	48,9	
	30°C/esquerda	I	20	22,38	10,08	7,1	46,8	0,795
		II	20	23,19	9,48	10,5	42	

DP: desvio-padrão. Teste *t* de Student; Nível de significância $\alpha = 0,05$.

Tabela 3. Valores descritivos do nistagmo pós-calórico à estimulação com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C e análise estatística comparativa dos resultados entre as orelhas, as temperaturas e as provas.

Prova calórica	Temperatura/Orelha	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Com Ar	50°C/direita	40	10,97	4,71	4,1	23,1
	50°C/esquerda	40	10,33	5,27	2,9	22,8
	24°C/direita	40	13,23	4,92	5,1	28,4
	24°C/esquerda	40	13,99	4,45	4,4	23,6
	PL	40	7,35	4,81	0	18,45
	PDN	40	7,22	7,29	0	32,02
Com água	44°C/direita	40	12,66	4,25	5,6	24,2
	44°C/esquerda	40	12,47	4,99	6,1	25,4
	30°C/direita	40	21,62	8,95	6,6	48,9
	30°C/esquerda	40	22,79	9,67	7,1	46,8
	PL	40	7	5,38	0,46	23,1
	PDN	40	6,06	5,39	0	18,63

PL: predomínio labiríntico; PDN: preponderância direcional; p-valor:

Ar 50°C/direita vs. Ar 50°C/esquerda: $p = 0,132$;

Ar 24°C/direita vs. Ar 24°C/esquerda: $p = 0,211$;

Água 44°C/direita vs. Água 44°C/esquerda: $p = 0,654$;

Água 30°C/direita vs. Água 30°C / esquerda: $p = 0,218$;

Ar 50°C/direita vs. Ar 24°C/direita: $< 0,001^*$;

Ar 50°C/esquerda vs. Ar 24°C/esquerda: $< 0,001^*$;

Água 44°C/direita vs. Água 30°C/direita: $< 0,001^*$;

Água 44°C/esquerda vs. Água 30°C/esquerda: $< 0,001^*$;

Ar 50°C/direita vs. Água 44°C/direita: $p = 0,008^*$;

Ar 50°C/esquerda vs. Água 44°C/esquerda: $p < 0,001^*$;

Ar 24°C/direita vs. Água 30°C/direita: $< 0,001^*$;

Ar 24°C/esquerda vs. Água 30°C/esquerda: $< 0,001^*$;

Ar PL vs. Água PL: 0,761;

Ar PDN vs. Água PDN: 0,391;

Teste *t* de Student; Nível de significância $\alpha = 0,05$;

* Valores significantes.

obtidos resultados semelhantes nas duas temperaturas à prova com ar^{14,17,19,23} e com água^{17,19,23}.

Não houve diferença significativa entre os valores relativos de predomínio labiríntico e de preponderância direcional do nistagmo nas provas calóricas com ar e com água, à semelhança do que foi encontrado em outros estudos^{14,23}. O indicador clássico de lesões vestibulares periféricas é a comparação das respostas entre as duas orelhas na prova calórica bitérmica, pelo uso da fórmula de predomínio labiríntico²². Foi observado que o uso do ar como estímulo calórico não interfere na medida clínica do predomínio labiríntico²⁷.

O emprego de diversas configurações de fluxo, duração e temperatura do estímulo térmico na avaliação da função vestibular^{10,14,17,18,20,22,23} e a utilização de distintos protocolos para realizar a prova calórica com água e com ar dificultam a comparação e a integração dos achados dos vários centros de pesquisa, sendo necessário que cada laboratório estabeleça seus próprios valores de referência³⁶.

As diferenças encontradas nas respostas pós-calóricas à comparação com outros estudos em indivíduos hígidos podem ser justificadas pelas propriedades térmicas diferentes da água e do ar como vetores da estimulação labiríntica. Respostas diferentes são esperadas na estimulação com água, que possui calor específico maior do que o ar e é capaz de manter a temperatura no meato acústico externo por mais tempo; o ar foi um substituto satisfatório para a água em 95% dos casos clínicos atendidos em um hospital; os 5% restantes apresentavam hipofunção labiríntica, confirmada com o uso de um estímulo mais intenso, a água gelada¹⁹.

Considerando a equivalência entre os valores relativos de predomínio labiríntico e de preponderância direcional do nistagmo pós-calórico na prova com ar e na prova com água nos indivíduos hígidos por nós avaliados e que estes parâmetros são fundamentais para a identificação das disfunções vestibulares, depreende-se que ambas as provas são úteis na rotina otoneurológica.

CONCLUSÃO

À comparação entre as provas com ar a 50°C e 24°C e com água a 44°C e 30°C, observam-se valores de velocidade da componente lenta similares em ambas as orelhas, maiores na temperatura fria e à prova com água e resultados semelhantes de predomínio labiríntico ou de preponderância direcional do nistagmo pós-calórico em ambas as provas.

REFERÊNCIAS

- Baloh RW, Furman JM. Modern vestibular function testing. *West J Med.* 1989;150(1):59-67.
- Ganança MM, Bottino MA, Bittar RSM, Caovilla HH, Ganança FF. Reference standard to read the air-driven caloric reflex test results. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(1):2.
- Jacobson GP, Newman CW. Background and technique of caloric testing. In: Jacobson GP, Newman CW, Kartush JM. *Handbook of balance function testing.* St. Louis: Mosby; 1993. p.156-90.
- Ganança MM, Caovilla HH, Munhoz MSL, Silva MLG, Frazza MM. As etapas da equilíbrimetria. In: Caovilla HH, Ganança MM, Munhoz MSL, Silva MLG. *Equilíbrimetria clínica.* São Paulo: Atheneu; 1999. p.41-97.
- Honrubia V. Testes quantitativos da função vestibular e o exame clínico. In: Herdman SJ. (Org). *Reabilitação vestibular.* 2ª ed. São Paulo: Manole; 2002. p.105-68.
- Bittar RSM, Bottino MA, Pedalini MEB, Ramalho JRO, Carneiro CG. Arreflexia pós-calórica bilateral: aplicabilidade clínica da reabilitação vestibular. *Rev Bras Otorrinolaryngol.* 2004;70(2):188-93.
- Gonçalves DU, Felipe L, Lima TMA. Interpretation and use of caloric test. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(3):440-6.
- Wuyts FL, Furman J, Vanspauwen R, Van de Heyning P. Vestibular function testing. *Curr Opin Neurol.* 2007;20(1):19-24.
- Ford CR, Stockwell CW. Reliabilities of air and water caloric responses. *Arch Otolaryngol.* 1978;104(7):380-2.
- Albernaz PL, Ganança MM. The use of air in vestibular caloric stimulation. *Laryngoscope.* 1972;82(12):2198-203.
- Fleming PM, Proctor LR, Dix RC, Metz WA. Results of new air caloric testing among normal subjects. I. Biphasic testing. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1978;87(2 Pt 1):248-56.
- Itaya T, Kitahara M. Air caloric test with continuous thermal change in patients with vestibular disorders. *Acta Otolaryngol.* 1995;519:184-7.
- Henry DF. Test-retest reliability of open-loop bithermal caloric irrigation responses from healthy young adults. *Am J Otol.* 1999;20(2):220-2.
- Zapala DA, Olsholtz KF, Lundy LB. A comparison of water and air caloric responses and their ability to distinguish between patients with normal and impaired ears. *Ear Hear.* 2008;29(4):585-600.
- Mangabeira Albernaz PL, Ganança MM, Imperatriz A, Lamoglia Neto J. Ototerapia. *Ars Curandi.* 1971;12:58-78.
- Proctor LR. Air caloric test: irrigation technique. *Laryngoscope.* 1977;87(8):1383-90.
- Benitez JT, Bouchard KR, Choe YK. Air calorics: a technique and results. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1978;87(2 Pt 1):216-23.
- Gao YZ, Sze YY, Shen L. The air caloric test and its normal values. *Adv Otorhinolaryngol.* 1983;31:191-7.
- Capps MJ, Preciado MC, Paparella MM, Hoppe WE. Evaluation of the air caloric test as a routine examination procedure. *Laryngoscope.* 1973;83(7):1013-21.
- Greven AJ, Oosterveld WJ, Rademakers WJ, Voorhoeve R. Caloric vestibular test with the use of air. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1979;88(1 Pt 1):31-5.
- Lightfoot G, Milner L. The dependency of air caloric stimulus effectiveness on delivery tip characteristics. *Int J Audiol.* 2010;49(10):772-4.
- Coats AC, Hebert F, Atwood GR. The air caloric test. A parametric study. *Arch Otolaryngol.* 1976;102(6):343-54.
- Tole JR. A protocol for the air caloric test and a comparison with a standard water caloric test. *Arch Otolaryngol.* 1979;105(6):314-9.
- Henriksson NG. Speed of slow component and duration in caloric nystagmus. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1956;125:1-29.
- Barber HO, Stockwell CW. *Manual of Electronystagmography.* 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1980. p.230.
- Karlsen EA, Mikhail HH, Norris CW, Hassanein RS. Comparison of responses to air, water, and closed-loop caloric irrigators. *J Speech Hear Res.* 1992;35(1):186-91.
- Cooper JC Jr, Mason RL. Variability of air calorics vs water. Statistical implications. *Arch Otolaryngol.* 1979;105(3):113-5.
- Maire R, Daoui B, Van Melle G. Evaluation of the caloric test by combining 3 response parameters. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;122(6):814-20.
- Bovolini A, Ganança CF, Ganança FF, Ganança MM, Caovilla HH. Prevalência de anormalidades às provas calóricas com água e com ar em vestibulopatias periféricas crônicas. *Acta ORL.* 2007;25(2):165-9.
- Ganança MM, Caovilla HH, Ganança FF. Electronystagmography versus videonystagmography. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(3):399-403.
- Hallpike CS. The caloric tests. *J Laryngol Otol.* 1956;70(1):15-28.
- Cruz NA, Ganança MM. Avaliação da prova térmica de Fitzgerald & Hallpike em 101 indivíduos normais com e sem electronistagmografia. *Hospital (Rio J).* 1968;73(2):613-41.
- Jongkees LB, Philipszoon AJ. Electronystagmography. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1964;189:Suppl 189:1+.
- Lightfoot GR. The origin of order effects in the results of the bi-thermal caloric test. *Int J Audiol.* 2004;43(5):276-82.
- Karlsen EA, Hassanein RM, Goetzinger CP. The effects of age, sex, hearing loss and water temperature on caloric nystagmus. *Laryngoscope.* 1981;91(4):620-27.
- Maes L, Dhooze I, De Vel E, D'haenens W, Bockstael A, Vinck BM. Water irrigation versus air insufflation: a comparison of two caloric test protocols. *Int J Audiol.* 2007;46(5):263-9.