

Valores poblacionales de referencia para video-oculografía en el test de agitación cefálica y la prueba calórica bitérmica

M. I. Molina, C. Zapata, M. J. Palma, J. A. López-Escámez

Grupo de Otología y Otoneurología, CTS495. Unidad de Otorrinolaringología. Área de Cirugía. Hospital de Poniente de Almería. El Ejido (Almería).

Resumen: *Objetivo:* Obtener valores de referencia del reflejo vestibulo-ocular en respuesta al test de agitación cefálica y la prueba calórica bitérmica en la población española. *Pacientes y métodos:* *Diseño:* Estudio descriptivo, transversal. *Ámbito del estudio:* Hospital general. *Individuos:* 107 voluntarios sanos, realizándose un muestreo estratificado por edad y sexo. La muestra final fue de 97 individuos y solo incluyó mayores de 18 años. *Intervención:* Se exploró nistagmo espontáneo (NE), nistagmo de agitación cefálica (NAC) horizontal y vertical y nistagmo inducido mediante estimulación calórica bitérmica. El movimiento ocular fue registrado mediante un sistema de video-oculografía. El NE o NAC se consideró significativo cuando al menos 6 sacudidas nistágmicas consecutivas con una velocidad de fase lenta (VFL) de al menos 2°/sec fueron detectadas. La prueba calórica se realizó con un flujo de 250 mL/20 s a 30°C y 44°C con un intervalo de 10 minutos entre irrigaciones. El porcentaje de paresia de canal (PC) y preponderancia direccional (PD) se calculó empleando la fórmula de Jongkees. *Principales medidas de Resultados:* Presencia de NE, NAC horizontal y vertical, porcentaje de PC y PD. *Resultados:* El 10,3% de los individuos (6 mujeres y 4 varones) presentaron NE. El NAC horizontal fue observado en 9 mujeres y 10 varones (19,5%), mientras que el NAC vertical se registró en 8 mujeres y 10 hombres (18,6%). La media y el percentil 95 de PC fueron de 13,10 y 28,60 para mujeres y de 11,02 y 27,30 para varones. Para la PD, la media y el percentil 95 fueron de 11,76 y 35,80 para mujeres y de 11,58 y 28,65 para varones. Los percentiles 5 para la VFL del nistagmo tras cada estimulación fueron 6,30, 5,14, 5,96, 4,02 °/s (oído izquierdo 44°, oído derecho 44°, oído izquierdo 30°, oído izquierdo 30°, respectivamente) en el grupo de mujeres; y 5,82, 6,99, 5,67, 4,55 °/s en los varones (misma secuencia de irrigación). *Conclusión:* Los resultados pre-

sentados deben ser considerados como normas o valores poblacionales de referencia para la prueba calórica bitérmica con agua. La presencia de NE o NAC puede ser observada en individuos sin patología vestibular.

Palabras clave: Video-oculografía. Exploración vestibular. Reflejo vestibulo-ocular. Sistema vestibular.

Reference values for the vestibulo-ocular reflex response to the head shaking and the bithermal caloric tests

Abstract: *Objective:* To obtain reference values for the vestibulo-ocular reflex response to the head-shaking nystagmus and the bithermal caloric test in the spanish population. *Patients and methods:* *Design:* A descriptive study. *Set up:* General hospital. *Individuals:* One hundred and seven healthy sex and age stratified volunteers were included. The final sample included 97 individuals over 18 years of age. *Intervention:* Spontaneous nystagmus (SN), head-shaking nystagmus (HSN) and caloric induced nystagmus were explored. The eyes movement was recorded by a video-oculographic system. The SN or HSN was considered significant when at least 6 consecutive beats with a slow phase velocity of 2°/sec were detected. The caloric test was performed with water flow at 250mL/20 s at 30°C and 44°C with an interval of 10 minutes between irrigations. The percentage of canal paresis (CP) and directional preponderance (DP) was calculated using maximum slow phase velocity and the Jongkees index formula. *Main outcome measurements:* Presence of SN, horizontal and vertical SHN, percentage of CP and DP. *Results:* SN was found in 10,3% individuals (6 women and 4 men). Horizontal HSN was also observed in 9 women and 10 men (19,5%), and vertical HSN in 8 women and 10 men (18,6%). The mean and 95 percentil for CP were 13,10 and 28,60 in women and 11,02 and 27,30 in men. For DP, the mean and 95 percentil were 11,76 and 35,80 in women and 11,58 and 28,65 in men. The 5 percentils for slow phase velocity of nystagmus after each irrigation were 6,30; 5,14; 5,96; 4,02 °/s (left ear 44°, right ear 44°, left ear 30°, right ear 30°, respectively) in the group of women; and 5,82; 6,99;

Correspondencia: José A. López-Escámez
Grupo de Otología y Otoneurología CTS 495. Área de Cirugía
Hospital de Poniente de Almería
Ctra. de Almerimar, s/n.
04700 El Ejido (Almería)
E-mail: jalopez@cajamar.es
Fecha de recepción: 7-3-2005
Fecha de aceptación: 17-10-2005

5,67; 4,55 °/s in men (with the same irrigation sequence). *Conclusion:* Results presented should be considered as a population-based norms and may be useful as references for water bithermal test for VOG studies. The SN or HSN could be observed in subjects without vestibular pathology.

Key words: Vestibular testing. Video-oculographic examination. Vestibulo-ocular reflex. Vestibular reflex.

INTRODUCCIÓN

La video-oculografía (VOG) o videonistagmografía (VNG) se basa en la detección del movimiento ocular mediante una minicámara de video adaptada a una máscara facial o gafas y permite el estudio del nistagmo y, por tanto, del reflejo vestibulo-ocular¹. Este técnica presenta algunas ventajas respecto a la electronistagmografía (ENG), como la estabilidad de la calibración, la mejora de la resolución tiempo-espacial, la ausencia de variación de las coordenadas de mirada central, la medida de la posición absoluta del ojo en la órbita y la valoración de los componentes vertical y torsional del nistagmo². Su principal inconveniente es que obliga al individuo explorado a mantener los ojos abiertos y el parpadeo causa artefactos en el registro. Aunque las ventajas superan a los inconvenientes, la VOG precisa unas condiciones de trabajo estandarizadas para la determinación de valores de referencia y límites de normalidad³.

La prueba calórica bitérmica constituye el "gold standard" para el diagnóstico de la hipofunción vestibular unilateral y su principal ventaja es que permite la estimulación de cada oído de forma independiente⁴. Barany estudió el nistagmo inducido por la irrigación del oído relacionándolo con el laberinto posterior⁵. Fitzgerald y Hallpike sistematizaron la prueba calórica y definieron los conceptos de paresia canalicular y preponderancia direccional⁶. En 1992, el Comité de Bioacústica y Biomecánica de Audición Americano (*Committee on Hearing Bioacoustic and Biomechanics*) publicó un informe evaluando las pruebas para la función vestibular y estableció unas recomendaciones para la práctica estandarizada de la prueba calórica⁷. En 1999, la Sociedad Británica de Audiología (*British Society of Audiology*) publicó unas directrices en la misma línea para unificar la metodología de la prueba calórica⁸.

La prueba calórica provoca la estimulación de los canales semicirculares mediante aire o agua a 30 y 44° C, lo que genera una respuesta nistágmica en direcciones opuestas que permite evaluar el reflejo vestibulo-ocular de cada laberinto, así como su integración en el SNC. Diversos estudios han demostrado que el parámetro que mejor define la respuesta de un oído a un estímulo térmico específico es la velocidad máxima de la fase lenta (VFL) del nistagmo inducido por el estímulo⁹⁻¹¹. Aunque existen algunos estudios que han utilizado la VOG en sujetos sanos en nuestro país¹², incluyendo individuos de edad avanzada¹³, sin embargo, no existe una metodología estandarizada para su realización y no se han publicado valores de referencia para la población

española para la prueba calórica evaluada mediante VOG.

El test de agitación cefálica fue descrito inicialmente por Vogel¹⁴ y consiste en una rotación de la cabeza realizada por el explorador de forma pasiva a alta frecuencia, y que puede realizarse en los planos horizontal y sagital. Esta prueba puede provocar en sujetos sanos un nistagmo transitorio que es habitualmente horizontal, monofásico y que bate hacia el laberinto que tiene mayor excitabilidad intrínseca. A veces, nistagmo puede ser bifásico, lo que significa que el nistagmo cambia de dirección a partir de un determinado momento. Moritz¹⁵ y posteriormente Kamei¹⁶ propusieron el nistagmo de agitación cefálica (NAC) como indicador de disfunción vestibular, pero estudios posteriores han demostrado que su sensibilidad es variable dependiendo del trastorno vestibular subyacente, el método de registro y los criterios de evaluación. La sensibilidad de la prueba puede incrementarse mediante VOG o electrodos adaptados a lentillas y disminuye con gafas de Frenzel, ENG o observación directa¹⁷.

El objetivo de este trabajo es la obtención de valores de referencia para el NAC, así como de la VFL del nistagmo inducido en la prueba calórica bitérmica en la población española, empleando un sistema de VOG como método de registro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Individuos

Se diseñó un estudio descriptivo desde junio 2003 hasta diciembre de 2004, que incluyó ciento siete voluntarios adultos, sanos sin antecedentes de hipoacusia o trastorno del equilibrio que aceptaron ser sometidos a una exploración vestibular. Para esto, se realizó un muestreo estratificado por edad y sexo, con el objetivo de obtener valores normalizados de diferentes grupos de edad. Se realizó una exploración física en todos los voluntarios, realizándose una otoscopia, acimetría (test de Rinne y Weber), audiometría tonal liminar (250-8000 Hz), así como una exploración neurológica básica: pares craneales, nistagmo espontáneo y evocado por la mirada, sacadas, seguimiento y test del impulso (head-thrust test). Los individuos con una hipoacusia > 30 dB en cualquiera de las frecuencias exploradas o alteraciones en la exploración física no fueron considerados aceptables y no fueron incluidos. Diez individuos seleccionados no pudieron ser incluidos por mala tolerancia a la estimulación con agua (prueba incompleta en 4 casos) o porque sus resultados demostraron una asimetría en la PC superior al 40 % (seis casos). La Tabla 1 presenta la distribución de los individuos de la muestra por edad y sexo.

Pruebas vestibulares

La exploración VOG realizada consistió en: nistagmo espontáneo (NE), nistagmo de agitación cefálica (NAC) horizontal y vertical y nistagmo inducido mediante estimula-

Tabla 1: Distribución en grupos de edad de los individuos estudiados

Características	18-30	31-40	41-50	51-60	>60
Mujeres (N)	10	10	10	9	10
Media	24,10	35,20	45,00	56,00	67,10
DE	3,78	2,86	2,54	3,08	4,01
Hombres (N)	10	10	9	9	10
Media	26,33	36,20	45,33	54,89	67,10
DE	2,69	1,99	2,78	3,22	4,04

DE = desviación estándar.

ción calórica bitermica. El movimiento ocular fue registrado mediante un sistema de video-oculografía empleando software para el análisis de los componentes horizontal y vertical del nistagmo obtenido. La búsqueda de nistagmo espontáneo mediante VOG se registró durante 60 s; para el nistagmo de agitación cefálica, la cabeza se agitó de forma pasiva en el plano del conducto semicircular horizontal y en el plano sagital, respectivamente para el NAC horizontal y vertical aproximadamente 45° (amplitud entre extremos) durante 30 ciclos con una frecuencia de 2 Hz.

La prueba calórica se realizó mediante un irrigador Variotherm Plus (Atmos, Berlin, Alemania) con un flujo de 12,5 ml/s a 30°C y 44°C con un intervalo de 10 minutos entre irrigaciones sucesivas. Las irrigaciones se realizaron en decúbito con cabeza y tórax elevados 30° sobre la horizontal (posición de Hallpike), siguiendo una secuencia de irrigaciones de oído izquierdo a 44° C, oído derecho 44° C, oído izquierdo 30° y oído izquierdo 30°. El porcentaje de paresia de canal (PC) y preponderancia direccional (PD) se calculó empleando la fórmula de Jongkees basado en la diferencia de la velocidad máxima de fase lenta⁴.

Video-oculografía (VOG)

Los movimientos oculares y el nistagmo se grabaron mediante una videocámara de infrarrojos adaptada a una máscara facial (SMI, Berlín, Alemania) y fueron analizados mediante software para el análisis del movimiento de la pupila específico. El tiempo mínimo de registro fue de 60 s para el NE y el NAC y 120 s para la respuesta calórica. La velocidad máxima de fase lenta del nistagmo (VFL) fue calculada de acuerdo a los siguientes criterios para la identificación del nistagmo: aceleración mínima 500°/s², velocidad mínima de la fase rápida 50°/s, amplitud mínima de la fase rápida 1°, amplitud mínima de la fase lenta 1° y duración máxima de fase lenta 50 ms. Todos los registros fueron revisados para evitar que el software identificase como nistagmo otro movimiento ocular¹⁸. El NE o NAC se consideró significativo cuando al menos 6 sacudidas nistágmicas consecutivas con una velocidad de fase lenta de al menos 2°/sec fueron detectadas. El NAC fue cuantificado según su velocidad máxima de fase lenta y categorizado cualitativamente en monofásico o bifásico. Los casos de NAC bifásico se clasificaron de acuerdo con su primera fase.

Consideraciones éticas

Todos los individuos participaron voluntariamente en este estudio y fueron informados en la consulta del objetivo de este proyecto, los resultados esperables y las molestias puede ocasionar el test de agitación cefálica o la prueba calórica con agua. El Comité Ético y de Investigación del Hospital autorizó la realización de este estudio.

Análisis estadístico

Las variables estudiadas fueron NE, NAC horizontal y vertical, paresia canalicular (PC) y preponderancia direccional (PD). Se calcularon la media, la mediana, los diversos percentiles y desviación estándar para PC y PD para toda la muestra, así como para cada género y grupo de edad por separado. Los percentiles 5 y 95 para la VLF máxima del nistagmo para cada estimulación fueron empleados como límites inferior y superior de variación de la respuesta. El coeficiente de correlación de Pearson se empleó para evaluar el efecto de la edad sobre la PC y la PD en ambos grupos. Para la comparación de las medias de PC y PD de los varones y las mujeres se utilizó la *t* de Student. La significación estadística exigida fue $p < 0,05$.

RESULTADOS

La media de edad de las 49 mujeres fue 45 (rango 18-74), la mediana 45 y la desviación estándar (DE) 15. La media de edad de los 48 varones fue 45 (rango 20-74), la mediana 44 y la DE 15.

Seis mujeres (12%) y cuatro varones (8%) presentaron NE horizontal con una VFL media de 3,2°/s y 3,3°/s, respectivamente. El test de agitación cefálica produjo un nistagmo post-rotatorio monofásico en 19/107 individuos. El test de agitación cefálica horizontal provocó nistagmo en 9/49 (18%) mujeres (8 horizontal, 1 vertical hacia abajo) y en 10/48 (21%) varones (7 horizontal, 3 verticales), con una VFL media de 4,29°/s y 6,92°/s, respectivamente. El test de agitación cefálica vertical produjo un nistagmo en 8 mujeres (16%: 2 vertical y 6 horizontal; VFL media 5,01) y en 10 varones (21%: 7 vertical, 3 horizontal; VFL media 4,87). La Tabla 2 presenta las características del NAC en los individuos de la muestra, indicándose aquellos que presentaron NE.

Las Tablas 3 y 4 presentan los valores obtenidos para la VFL del nistagmo tras las cuatro estimulaciones con agua en la prueba calórica, así como la PC y PD, calculada según la fórmula de Jongkees, para mujeres y varones, respectivamente, en los distintos grupos de edad. Se observa una mayor dispersión de los valores VFL en mujeres mayores de 60 años, aunque no hemos encontrado diferencias en la media de la PC en los distintos grupos de edad. Por el contrario, en el grupo de varones, la mayor dispersión de valores para la PC fue encontrada en el grupo de 18-30 años. Además, no hemos encontrado correlación entre la edad y la PC tan-

Tabla 2: Características del nistagmo de agitación cefálica (NAC)

Individuos	NE		NACH		NAC V	
	VFL	Dirección	VFL	Dirección	VFL	Dirección
Mujeres						
1	-	-	-	-	4,1	I
2	1,8	D	5,7	D	-	-
3	-	-	3,4	D	-	-
4	3,0	D	2,2	D	2,1	D
5	5,0	D	-	-	3,6	AR
6	-	-	2,3	I	-	-
7	-	-	12,4	AB	-	-
8	-	-	2,4	I	-	-
9	-	-	-	-	2,5	AB
10	-	-	-	-	4,4	I
11	-	-	2,0	-	-	-
12	3,6	I	5,7	I	-	-
13	2,4	D	-	-	-	-
14	3,6	I	-	-	-	-
15	-	-	-	-	11,0	D
16	-	-	-	-	10,1	I
Varones						
1	-	-	3,3	I	3,5	I
2	-	-	-	-	2,0	D
3	-	-	3,1	I	-	-
4	-	-	4,4	AB	-	-
5	-	-	5,2	D	-	-
6	-	-	-	-	1,3	D
7	-	-	-	-	6,5	AR
8	-	-	-	-	7,4	AR
9	3,6	I	-	-	3,4	AR
10	2,9	AR	3,0	AR	3,3	AR
11	-	-	8,7	I	-	-
12	-	-	16,7	I	-	-
13	-	-	10,3	I	-	-
14	-	-	4,3	I	-	-
15	5,7	AB	10,2	AB	10,3	AB
16	3,1	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	7,3	AB

NE = nistagmo espontáneo. H = horizontal. V = vertical. VFL = velocidad de fase lenta del nistagmo. D = derecha. I = izquierda. AR = arriba. AB = abajo.

to en mujeres ($r = -0,03$, $p > 0,05$) como en hombres ($r = -0,06$, $p > 0,05$), ni tampoco entre la edad y la PD en mujeres ($r = 0,02$, $p > 0,05$) o en hombres ($r = 0,22$, $p > 0,05$).

La Tablas 5 y 6 resumen los resultados totales de la muestra estudiada, para varones y mujeres. La media de los valores de VFL obtenidos a 44° C fueron un 30-40% superiores a los obtenidos a 33° C, tanto en el grupo de varones como de mujeres. En consecuencia, al calcular PC y PD, estos resultados hacen que la ponderación de las estimulaciones a 44°C sea superior a la de 33°C en el porcentaje referi-

do. Además, se observa que existe una disminución de la media los valores de la VFL a lo largo de la secuencia de irrigación (secuencia decreciente de VFL), tanto en el grupo de mujeres como en el de varones; este fenómeno de fatiga o adaptación de la respuesta fue observado en nuestro estudio en 13/49 mujeres y en 11/48 varones. No hubo diferencias entre varones y mujeres en la media de la PC o PD ($p > 0,05$).

Con el objeto de solventar los problemas derivados de la aplicación directa de la fórmula de Jongkees, hemos cal-

Tabla 3: Valores obtenidos para la velocidad de fase lenta (VFL) del nistagmo inducido (°/s) tras las estimulaciones con agua en la prueba calórica bitérmica en el grupo de mujeres

Mujeres (N=49)	18-30	31-40	41-50	51-60	>60
OI44	21,07 ± 10,52	24,73 ± 11,07	21,53 ± 16,09	19,72 ± 8,33	26,78 ± 20,68
OD44	13,72 ± 6,65	27,06 ± 13,16	18,91 ± 9,05	20,52 ± 7,44	18,57 ± 8,28
OI30	14,00 ± 5,85	21,14 ± 8,39	13,29 ± 6,30	12,62 ± 6,52	11,77 ± 5,37
OD30	13,39 ± 4,26	15,27 ± 7,72	12,13 ± 4,52	11,87 ± 7,30	10,67 ± 5,96
PC	13,80 ± 6,89	11,40 ± 9,62	14,20 ± 10,59	13,64 ± 10,69	14,70 ± 13,12
PD	14,40 ± 10,91	10,60 ± 12,95	8,30 ± 10,61	8,05 ± 9,17	19,20 ± 13,77

Media ± desviación estándar. OI = oído izquierdo. OD = oído derecho.

Tabla 4: Valores obtenidos para la velocidad de fase lenta (VFL) del nistagmo inducido en los distintos grupos de edad tras las estimulaciones con agua en la prueba calórica bitérmica en el grupo de varones

Varones (N=48)	18-30	31-40	41-50	51-60	>60
OI44	20,51 ± 10,68	13,11 ± 5,07	21,76 ± 12,98	21,22 ± 9,54	22,90 ± 12,01
OD44	14,73 ± 6,23	13,91 ± 4,38	16,10 ± 8,29	20,79 ± 10,64	20,08 ± 9,24
OI30	15,28 ± 5,98	11,48 ± 3,04	12,44 ± 5,24	13,89 ± 7,55	12,71 ± 6,17
OD30	15,11 ± 4,65	9,94 ± 2,97	11,84 ± 6,31	12,44 ± 8,16	12,51 ± 7,29
PC	17,56 ± 10,71	4,30 ± 6,33	13,00 ± 13,46	9,67 ± 8,25	11,70 ± 8,14
PD	10,00 ± 9,94	9,50 ± 8,59	13,78 ± 7,64	10,56 ± 7,07	14,80 ± 9,13

Media ± desviación estándar.

Tabla 5: Valores obtenidos para la velocidad de fase lenta (VFL) del nistagmo inducido tras las estimulaciones con agua en la prueba calórica bitérmica en el grupo de mujeres

Mujeres (N = 49)	OI 44	OD 44	OI 30	OD 30	PC	PD
Mediana	20,10	19,50	12,90	12,10	11,00	8
Media	22,83	19,74	14,60	12,68	13,10	11,76
DE	13,82	9,87	7,16	6,04	9,60	11,76
Máximo	73,20	46,70	34,3	27,50	32	49
Mínimo	4,70	3,20	2,90	2,80	0	0
P5	6,30	5,14	5,96	4,02	1,00	0,00
P10	8,16	8,00	7,24	5,44	2,80	0,00
P25	14,50	12,50	8,80	8,00	5,00	2,00
P75	30,90	24,60	18,40	16,50	19,00	16,00
P90	38,96	30,96	24,26	20,66	28,00	29,80
P95	46,00	35,06	27,02	22,70	28,60	35,80

OI = oído izquierdo. OD = oído derecho. P5 = percentil 5.

Tabla 6: Valores obtenidos para la velocidad de fase lenta (VFL) del nistagmo inducido tras las estimulaciones con agua en la prueba calórica bitérmica en el grupo de varones

Varones (N = 48)	OI 44	OD 44	OI 30	OD 30	PC	PD
Mediana	17,40	15,1	12,25	12,00	9,50	11,00
Media	19,61	17,0	13,13	12,37	11,02	11,58
DE	10,54	8,12	5,59	6,04	10,08	8,44
Máximo	51,00	36,20	30,30	26,50	40	32
Mínimo	3,20	3,30	5,00	3,20	0	0
P5	5,82	6,99	5,67	4,55	0,00	0,35
P10	7,04	7,90	6,40	5,54	1,00	2,00
P25	11,60	10,43	8,85	7,50	3,00	4,00
P75	26,85	22,50	16,85	15,80	18,00	17,00
P90	32,00	27,89	20,63	20,58	23,60	22,40
P95	34,61	29,87	21,00	24,10	27,30	28,65

OI = oído izquierdo. OD = oído derecho. P5 = percentil 5.

culado los percentiles 5 y 95 para la VFL del nistagmo inducido en cada estimulación. El percentil 95 del porcentaje de PC y la PD puede considerarse como límite superior de estos valores, y por tanto los individuos que presenten valores superiores deben considerarse como prueba fuera de la norma. El percentil 5 de la VFL del nistagmo inducido en cada una de las estimulaciones puede ser empleado para definir la hiporeflexia uni o bilateral. Así, la presencia de dos valores inferiores al percentil 5 en un mismo oído debe considerarse criterio de una hiporeflexia unilateral, y la ob-

tención de valores inferiores al percentil 5 en las cuatro estimulaciones puede permitir definir la hiporeflexia bilateral. Este método permite evaluar de forma independiente si la respuesta a cada estimulación puede ser considerada fisiológica y evita la elevación de los valores de PC o PD cuando una de las estimulaciones genera un nistagmo con una VLF que es inferior al 50% de las obtenidas con las otras tres.

De acuerdo con estos criterios, en la muestra de mujeres, 3 casos presentaron una PC de 29, 29 y 32 respectivamente, superior al percentil 95 (28,60); sin embargo, empleando el criterio de dos valores inferiores al percentil 5 en el mismo oído, solamente un caso presentó valores de VLF de 4,70 y 5,60°/s y podía ser considerado diagnóstico de PC izquierda (32%). Igualmente, en el grupo de varones, 3 individuos presentaron una PC de 28, 40 y 40, que era superior al percentil 95 (27,30); de estos, solo el individuo con PC de 28° presentó dos valores inferiores al percentil 5 en el oído derecho y podía ser considerado patológico. Los otros dos presentaron una de las cuatro respuestas con un valor elevado de VFL que al aplicar la fórmula de Jongkees proporcionaba un valor de PC del 40%.

La Figura 1 representa los percentiles 5 y 95 de la VFL tras las estimulaciones con agua en varones y mujeres, que puede ser aplicable en la práctica clínica.

DISCUSIÓN

En nuestro estudio, hemos encontrado que aproximadamente el 10% de los individuos asintomáticos presentan NE. El valor normal de VFL para el NE, registrado mediante EOG, es de 4,5-6,5 °/s^{19,20} aunque algunos estudios presentan NE con VFL de 2°/s²¹. El NE es un hallazgo fisiológico que se explica sobre la base de la existencia de una asimetría estática izquierda-derecha en la información periférica que los núcleos vestibulares envían al SNC. El NE refleja las diferencias en la sensibilidad de las células vestibulares de la cresta ampular del canal horizontal o la diferencia en la actividad espontánea de las neuronas tipo I del núcleo vestibular medial²². Diferentes estudios han demostrado la presencia de NE en sujetos sanos, aunque la VFL fue baja en estos individuos^{3,18}. La identificación del NE resulta un requisito necesario para la correcta interpretación de la respuesta del reflejo vestibulo-ocular en la prueba calórica.

La presencia de NAC refleja una descompensación di-

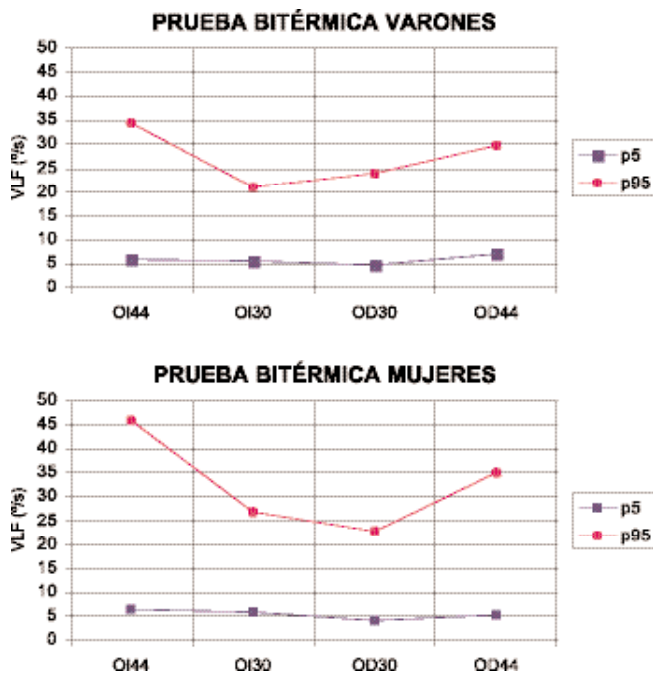


Figura 1. Percentiles 5 y 95 de la velocidad de fase lenta (VFL) del nistagmo inducido en la prueba calórica bitérmica.

námica direccional del RVO en el rango de la alta frecuencia²³. Durante la rotación de la cabeza, el lado estimulado es el principal generador del RVO²⁴. El NAC aparece después una vez que ha terminado la agitación de la cabeza si la respuesta asimétrica direccional ha sido almacenada. Aunque la respuesta bifásica del NAC se considera la respuesta básica¹⁵, es poco frecuente y lo habitual es observar un nistagmo monofásico que indica el oído con mayor excitabilidad dinámica, como indican la mayoría de los estudios^{18,22,25}.

Nuestros resultados demuestran la presencia de NAC (al menos 6 nistagmos consecutivos) en el 15-20% de los individuos asintomáticos, aunque la VFL fue baja en muchos de ellos; sin embargo, otros estudios no identificaron NAC en ninguno de los sujetos sanos³. Los resultados obtenidos en un individuo con NAC no son comparables directamente con la respuesta a la estimulación calórica, pues el rango de velocidad del RVO explorado es diferente (0,001 Hz, para la prueba calórica y 1-3 Hz para el test de agitación cefálica).

La metodología para realizar la estimulación calórica no se ha estandarizado en nuestro país o en el Reino Unido, y sería recomendable que todos los laboratorios de exploración vestibular realizasen un estudio como éste para obtener parámetros de normalidad, fundamentalmente porque las condiciones de entorno, estímulo y registro son variables que pueden modificar los resultados. Algunos estudios han demostrado que los valores obtenidos en la VFL en la estimulación con aire son inferiores a los obtenidos con agua, presentan una dispersión mayor (en términos de desviación estándar relativa) y, por tanto, no son comparables²⁶. Además, la fiabilidad de estimulación con aire depende, en parte, de la colocación de la sonda en el conducto auditivo externo²⁷.

La duración del nistagmo inducido en la prueba calóri-

ca bitérmica fue el primer parámetro empleado para cuantificar la función vestibular⁹. Sin embargo, el desarrollo de la ENG y, posteriormente la VOG, han generalizado el empleo de la VFL como variable de estudio. Sin embargo, la duración y la VFL proporcionan información diferente y son variables con una baja correlación entre ellas^{10,28}.

En nuestro estudio, los valores de la VFL del nistagmo calórico fueron mayores para la estimulación con agua a 44° C que a 30°. La secuencia de irrigación empleada fue oído izquierdo 44°, oído derecho 44°, oído izquierdo 30° y oído izquierdo 30°. Nuestros resultados permiten observar que existe una disminución en la magnitud de la respuesta de la VFL en las sucesivas irrigaciones y nosotros lo atribuimos a una adaptación neurofisiológica de la respuesta. Este fenómeno, observado por otros autores, ha sido explicado por las variaciones en el potencial corneo retiniano cuando la prueba se registra con ENG²⁹. Sin embargo, a diferencia de la ENG, la VOG no está basada en el potencial corneo retiniano; la VOG emplea una minicámara de infrarrojos donde el software permite identificar el límite de la pupila y, a partir de éste, el centro geométrico de la pupila. Este punto es monitorizado en los planos horizontal y vertical lo que genera un registro similar al obtenido mediante ENG. La cámara de VOG se ajusta a la máscara y proporciona una distancia ojo-cámara estable y por tanto una calibración estable. Además, aunque el intervalo entre irrigaciones fue de 10 minutos, es superior a los 5-7 minutos que se recomiendan en otros estudios²⁶.

Por otra parte, otros estudios han encontrado que la secuencia de estimulación desde frío hacia caliente permite obtener mayores diferencias en la VFL del nistagmo inducido que la secuencia caliente-frío, y la secuencia de irrigación parece afectar la magnitud de la respuesta obtenida³⁰.

En nuestro estudio no hemos encontrado que la VFL del nistagmo inducido en la prueba calórica sea dependiente de la edad; sin embargo, un trabajo mediante ENG con una muestra de 102 individuos demostró una mayor respuesta para la VFL, la amplitud máxima y el número total de nistagmos en las edades medias, pero no encontró una disminución de la respuesta obtenida en individuos de edad avanzada³¹.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados deben ser considerados como normas o valores poblacionales de referencia para la prueba calórica bitérmica con agua. La presencia de NE o NAC puede ser observada en individuos sin patología vestibular.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto 218/02 de la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía 218/02 y el proyecto FIS PI021394 del Instituto de Salud Carlos III.

Referencias

1. Vitte E, Semont A. Assessment of vestibular function by videonystagmoscopy. *J Vest Res* 1995;5:377-83.
2. Rama López J, Pérez Fernández N. Pruebas vestibulares y posturografía. *Rev Med Univ Navarra* 2003;47:21-28.
3. Geisler C, Bergenius J, Brantberg K. Nystagmus findings in healthy subjects examined with infrared videonystagmoscopy. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2000;62:266-9.
4. Jongkees L. The value of the caloric test of the labyrinth. *Arch Otorhinolaryngol* 1948;48:402-17.
5. Bartual Pastor J. Pruebas calóricas. En: Bartual Pastor J, Pérez Fernández N (Eds). *El sistema vestibular y sus alteraciones*. 1998, Masson, Barcelona, pp.221-237.
6. Fitzgerald G, Hallpike CS. Studies on human vestibular function: I. Observations on the directional preponderance of caloric nystagmus resulting from cerebral lesions. *Brain* 1942;65:115-37.
7. Committee on Hearing Bioacoustics and Biomechanics (CHABA). Evaluation of test for vestibular function. *Avit Space Environ Med* 1992, A1-A23.
8. British Society of Audiology. Recommended procedure: caloric test protocol. *Br J Audiol* 1999;33:179-184.
9. Henriksson N. Speed of slow component and duration in caloric nystagmus. *Acta Otolaryngol* 1956 Suppl 125.
10. Mulch G, Leonardy B, Petermann W. Which are the parameters of choice from the evaluation of caloric nystagmus? *Arch Otorhinolaryngol* 1978;221:23-35.
11. Sillis AW, Baloh RW, Honrubia V. Caloric testing. II. Results in normal subjects. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997;86 Suppl 43:7-23.
12. Murueta-Goyena M, Rodríguez-Adrados F. Videonistagmografía simplificada. *Acta Otorrinolaringol Esp* 1998;49:253.5
13. Amor Dorado JC, Rubio Rodríguez JP, Costa Ribas C, Juiz López P, Rossi J. Resultados videonistagmográficos en un grupo de sujetos sanos de edad avanzada. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2003, 54: 215-19.
14. Vogel K. Uber den nachweis des latenten spontannystagmys. *Z Laryngol Rhinol* 22: 202-7, 1932.
15. Moritz W. Auswertungen des Kopfschüttelnystagmus. *Z Laryngol Rhinol* 30: 269-275, 1951.
16. Kamei T, Kimura K, Kaneko H et al. Re-evaluation of the head-shaking test as a method of nystagmus provocation. Part 1. Its nystagmus-eliciting effect. *Jpn J Otolaryngol* 67: 1530-4, 1964.
17. Yuen K, Fujimoto M Masuda Y. Observation of head-shaking nystagmus with an infrared Frenzel's glass. *Acta Otolaryngol (Suppl)* 519: 191-2, 1995.
18. Perez Fernández N, Espinosa Sánchez JM, García-Tapia Urrutia R. Errores en electronistagmografía computerizada. *Acta Otorrinolaringol Esp* 1996, 47: 354-8.
19. Vesterhauge S, Kildegaard Larsen P. Normal values in a routine ENG test. *Acta Otolaryngol* 1977;84:91-7.
20. Van der Stappen A, Wuyts FL, Van de Heyning PH. Computerized electronystagmography: normative data revisited. *Acta Otolaryngol* 2000;120:724-30.
21. Levo H, Aalto H, Hirvonen TP. Nystagmus measured with video-oculography: methodological aspects and normative data. *ORL* 2004;66:101-4.
22. Hain TC, Fetter M, Zee DS. Head-shaking nystagmus in patients with unilateral peripheral vestibular lesions. *Am J Otolaryngol* 8: 36-47, 1987.
23. Perez P, Llorente JL, Gomez JR et al. Functional significance of peripheral head-shaking nystagmus. *Laryngoscope* 114: 1078-84, 2004.
24. Lasker DM, Hullar TE, Minor LB. Horizontal vestibuloocular reflex evoked by high-acceleration rotations in the squirrel monkey. III. Responses after labyrinthectomy. *J Neurophysiol* 83, 2482-96, 2000.
25. Hain TC, Zee DS. Velocity storage in labyrinthine disorders. *Ann NY Acad Sci* 656 297-304, 1992.
26. Zangemeister WH, Bock O. Air versus water caloric test. *Clin Otolaryngol* 1980;5:379-87.
27. Munro KJ, Higson JM. The test-retest variability of the caloric test: a comparison of a modified air irrigation with the conventional water technique. *Br J Audiol* 1996;30:303-6.
28. Luxon L. Comparison of assessment of caloric nystagmus by observation of duration and by electronystagmographic measurement of slow-phase velocity. *Br J Audiol* 1995;29:107-15.
29. Lightfoot GR. The origin of order effects in the results of the bi-thermal caloric test. *Int J Audiol* 2004;43:276-82.
30. Wen Y, Zhang L, Ge P. The effect of caloric test sequence on maximum slow-phase velocity. *Lin Chuang Er Bi Yan Huo Ke Za Zhi* 2004;18:212-4.
31. Mulch G, Petermann W. Influence of age o results of vestibular function tests. Review of literature and presentation of caloric test results. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1979;88:1-17.