

Respuesta oculomotora al test de autorrotación cefálica vertical en pacientes con vértigo posicional paroxístico benigno del conducto posterior

J. A. López Escámez, M. I. Molina, C. Zapata, M. J. Palma, M. Gómez Fiñana, M. J. Gámiz, A. Fernández Pérez
Grupo de Otolología y Otoneurología, CTS495. Unidad de Otorrinolaringología. Área de Cirugía. Hospital de Poniente de Almería. El Ejido. Almería.

Resumen: *Objetivo:* Evaluar la respuesta oculomotora al test de autorrotación cefálica (TARC) en el plano vertical en pacientes con vértigo posicional paroxístico benigno. *Pacientes y métodos:* *Diseño:* Estudio descriptivo, transversal. *Ámbito del estudio:* Hospital general. *Individuos:* 34 casos VPPB del conducto posterior diagnosticados mediante video-oculografía mayores de 18 años, 7 de los cuales no pudieron realizar el TARC. *Intervención:* El TARC se realizó mediante un sistema de electrooculografía y registro simultáneo del movimiento cefálico mediante un acelerómetro en el plano vertical (Vorteq, Micromedical Instruments). El TARC activo con fijación de la mirada se realizó en 3 ocasiones para determinar su fiabilidad. *Principales medidas de resultados:* Ganancia, asimetría y fase para el RVO vertical respectivamente, realizándose un análisis estadístico para la fiabilidad de la prueba, determinándose la proporción de individuos con prueba patológica. *Resultados:* La ganancia es la única variable que presenta un resultado reproducible en el TARC para el movimiento cefálico activo entre 1-2 Hz (fiabilidad test-retest 0,83-0,89). Los valores de la ganancia presentaron una moderada correlación entre las frecuencias 1-3 Hz (correlación 0,60-0,87). La asimetría y la fase no fueron variables reproducibles (correlación < 0,55). Trece de los 27 (48%) pacientes presentaron una disminución de la ganancia vertical, otros 13 presentaron valores dentro de la normalidad y 1 caso valores aumentados. *Conclusión:* La ganancia es la única variable útil en el TARC vertical. El 48% de los pacientes con VPPB del conducto posterior presentan una disminución de la ganancia vertical, lo que sugiere afectación del nervio vestibular inferior.

Palabras clave: Test de autorrotación cefálica. Video-oculografía. Exploración vestibular. Reflejo vestibulo-ocular. Sistema vestibular.

Oculomotor response to the vertical cephalic autorotatory test in patients with benign paroxistic positional vertigo of the posterior canal

Abstract: *Objective:* To evaluate the eye movement response to the head auto-rotation test (HART) in the vertical plane in patients with benign paroxysmal positional vertigo. *Patients and methods:* *Design:* A transversal, descriptive study. *Setting up:* Outpatient clinic in a general Hospital. *Individuals:* 34 posterior canal BPPV cases with a video-oculographic diagnosis, older than 18 years old, 7 of them were not able to perform the HART. *Intervention:* HART was performed by a an electrooculographic system with simultaneous recording of head movement by an accelerometer in the vertical plane (Vorteq, Micromedical Instruments). The HART with eyes fixation was performed 3 times to determine its reliability. *Main outcome measures:* Gain, asymmetry and phase for the vertical VOR respectively. A statistical analysis was carried out to determine the test reliability and the number of individuals with an abnormal result. *Results:* Gain is the only variable that showed a reproducible result in the HART for the active head movement at 1-2 Hz (test-retest reliability 0.83-0.89). The values of gain showed a moderate correlation at the frequencies 1-3 Hz (correlation 0.60-0.87). Asymmetry and phase were not reproducible variables (correlation < 0.55). Thirteen of 27 (48%) patients presented a decrease of the vertical gain, another 13 showed normal values and one case showed raised values. *Conclusion:* Gain is the only useful variable in the vertical HART. Forty-eight percent of patients with posterior canal BPPV have a reduced vertical gain, suggesting an impairment of inferior vestibular nerve function.

Key words: Head auto-rotation test. Vestibular testing. Video-oculographic examination. Vestibulo-ocular reflex. Vestibular system.

Correspondencia: Dr. José A. López-Escámez
Grupo de Otolología y Otoneurología CTS495
Área de Cirugía. Hospital de Poniente de Almería
Ctra de Almerimar s/n. 04700 El Ejido, Almería
E-mail: jalopeze@cajamar.es
Fecha de recepción: 29-8-2005
Fecha de aceptación: 6-3-2006

INTRODUCCIÓN

El reflejo vestibulo-ocular (RVO) permite estabilizar las imágenes en la retina y mantener la agudeza visual durante los movimientos cefálicos impulsivos que se realizan al gi-

rar o levantar la cabeza rápidamente, siendo por tanto el mecanismo principal para la estabilización visual¹. La exploración clínica del RVO se realiza en un rango de frecuencias para el movimiento céfálico que se sitúa entre 0,003 Hz de la prueba calórica y 0,01-1 Hz de la prueba rotatoria sinusoidal o la prueba rotatoria impulsiva². Aunque la prueba calórica tiene la ventaja de estimular cada oído de forma independiente, ofrece una información limitada sobre el conducto semicircular lateral a muy baja frecuencia. Las pruebas rotatorias han permitido incrementar el rango de frecuencias estudiadas en la práctica clínica, pero se han desarrollado para el estudio del conducto semicircular lateral o el plano horizontal, quedando los test para evaluar el RVO en el plano vertical limitados a laboratorios de investigación.

Por otra parte, durante los movimientos céfálicos de baja frecuencia el RVO no se activa para mantener estable la imagen visual. En este rango de frecuencias (< 1 Hz), los reflejos de seguimiento visual y optocinético aportan mayor información para el control visual, y el RVO es secundario. En consecuencia, las pruebas vestibulares destinadas a evaluar la integridad del RVO deberían desarrollarse para el estudio de frecuencias superiores a 1 Hz.

Actualmente, se están desarrollando pruebas rotatorias para el estudio de la función de los conductos semicirculares verticales³. Estas pruebas se basan en un sillón rotatorio donde el individuo se sitúa con la cabeza inclinada hacia atrás 60° y girada a la izquierda o derecha desde el plano sagital para estimular los conductos verticales. Aunque este sistema permite la estimulación rotatoria en un rango de 0,1-1 Hz de los conductos verticales, no reproduce un movimiento céfálico habitual y la velocidad angular del nistagmo postrotatorio generado es menor que la inducida por la estimulación de los conductos laterales.

Otro abordaje para el desarrollo de un test para el RVO vertical ha sido el empleo de movimientos céfálicos impulsivos de aceleración elevada y no predecibles en el plano vertical o en el plano del conducto semicircular explorado^{5,6}. Este test del impulso vertical ha permitido demostrar una disfunción del conducto semicircular posterior en pacientes con oclusión de éste⁶ y en casos de deaferentación unilateral⁵. Este sistema se basa en el empleo de electrodos montados sobre lentillas y la generación de un campo magnético tridimensional que es incomodo para el paciente, lo que dificulta su aplicación clínica.

El test de autorrotación céfálica (TARC) permite el estudio del RVO en el rango fisiológico de frecuencias de 1-4 Hz⁷. En esta prueba el individuo realiza movimientos de oscilación céfálicos voluntarios en el plano horizontal o vertical con un sistema de fijación visual. La asimetría del RVO horizontal podría ser útil para determinar el lado de la lesión en individuos con neurinoma del VIII par⁸. Sin embargo, las diferencias entre los distintos equipos dificultan la comparación de resultados^{9,10} y la fiabilidad de esta prueba ha sido objeto de controversia¹¹.

El vértigo posicional paroxístico benigno es un trastorno provocado por la formación de litiasis vestibular, donde

las partículas de material procedentes de la membrana otocónica producen una estimulación inapropiada de los receptores de las células ciliadas vestibulares en respuesta a los cambios de posición o la aceleración de la cabeza^{12,13}. La litiasis vestibular afecta con mayor frecuencia al conducto semicircular posterior y generalmente se encuentra libre en el mismo (canalitis), puesto que no se ha descrito ningún caso convincente de cupulolitiasis de conductos verticales¹⁴. Sin embargo, los trabajos que han investigado la función de los canales verticales en pacientes con VPPB no han evaluado la reproductibilidad del sistema¹⁵ o el tamaño de muestra ha sido pequeño⁴.

El objetivo de este trabajo es la evaluación del RVO vertical de alta frecuencia en pacientes VPPB del conducto semicircular posterior mediante el test de autorrotación céfálica (TARC) vertical.

MATERIAL Y MÉTODOS

Individuos

Se diseñó un estudio descriptivo desde enero 2004 hasta junio de 2005, que incluyó treinta y cuatro individuos con diagnóstico de VPPB del conducto semicircular posterior.

Se realizó una exploración física en todos los voluntarios, realizándose una otoscopia, acumetría (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*). Siete individuos seleccionados no pudieron ser incluidos porque no fueron capaces de realizar la prueba completa (dificultad de fijación visual durante el movimiento céfálico).

Pruebas vestibulares

La exploración video-oculográfica (VOG) realizada consistió en: nistagmo espontáneo (NE), nistagmo de agitación céfálica (NAC) horizontal y vertical, nistagmo posicional (de cúbito, test de Dix-Hallpike, maniobra de hiperextensión céfálica) y nistagmo inducido mediante estimulación calórica bitérmica, según un protocolo descrito previamente¹⁶. El movimiento ocular fue registrado mediante un sistema de VOG empleando software para el análisis de los componentes horizontal y vertical del nistagmo obtenido. El nistagmo espontáneo se registró durante 60 s; para el nistagmo de agitación céfálica, 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° 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 250 mL/20 s a 30°C y 44°C con un intervalo de 10 minutos entre irrigaciones sucesivas. Las irrigaciones se realizaron en de

cúbito 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°C y oído derecho 30°C. 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 lenta.

Criterios de inclusión

El diagnóstico se basó en la coexistencia de vértigo asociado a nistagmo posicional vertical hacia arriba durante la prueba de Dix-Hallpike, realizada con control video-oculográfico. Esta prueba se considera positiva para el VPPB del conducto posterior si presenta una latencia, duración, fatiga características, que revierte cuando el paciente vuelve a sentarse¹⁷. El nistagmo posicional fue considerado significativo si al menos 6 sacudidas repetidas de la misma dirección fueron registradas. El diagnóstico diferencial entre la afectación de los canales anterior y posterior se basó en la dirección del componente vertical de la fase rápida del nistagmo durante la prueba de Dix-Hallpike, siendo hacia arriba en los casos del conducto posterior y hacia abajo en el conducto anterior.

Test de autorrotación cefálica (TARC)

Los pacientes con VPPB conducto semicircular posterior fueron explorados mediante el TARC antes del tratamiento. El equipo empleado fue un sistema (Vorteq, Micro-medical Instruments, Chicago, IL, Estados Unidos) que consta de un acelerómetro o sensor de velocidad angular adaptado a una banda alrededor de la cabeza conectado a un ordenador portátil, que mide la velocidad del movimiento cefálico (Figura 1). El paciente se explora sentado a 100 cm del objetivo, que se sitúa a la altura de sus ojos. El objetivo es una cruz simétrica que consta de 5 puntos luminosos (uno en el centro y otro en cada uno de los extremos),

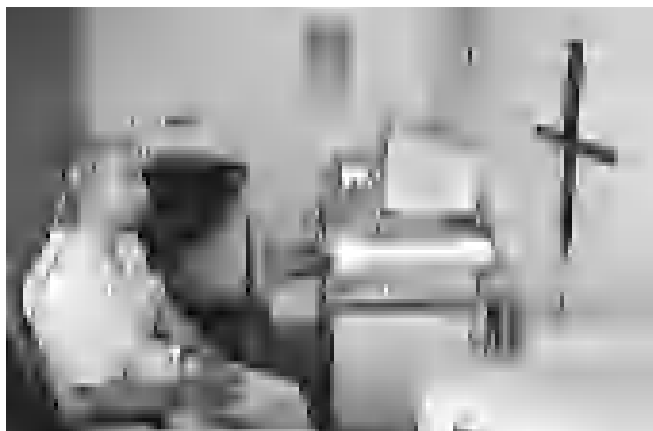


Figura 1. Individuo con la banda cefálica y los electrodos faciales situado frente a la cruz que sirve de objetivo para fijar la mirada. Los extremos de la cruz se utilizan como referencia visual para marcar la amplitud del movimiento cefálico.

necesarios para la calibración de la amplitud del movimiento cefálico. Se emplean electrodos de electrooculografía colocados sobre los cantos externos de cada ojo, en la región interiliar y debajo de uno de los ojos. Antes de realizar la prueba, se le explica al paciente que mantenga la mirada en el objetivo y que mueva la cabeza en el plano horizontal y vertical de acuerdo a una amplitud fija definida por los extremos de la cruz. La prueba se realiza siguiendo el ritmo que marca una señal acústica intermitente generada por el ordenador que tiene un rango de frecuencias creciente de 1-6 Hz.

El sistema permite amplificar y digitalizar el movimiento de la cabeza y del ojo, obteniéndose un registro sinusoidal que permite calcular la velocidad cefálica y ocular. Las variables obtenidas fueron: ganancia, fase y asimetría en el rango de frecuencias 1-6 Hz. La ganancia se define como la razón entre la amplitud del movimiento cefálico y el movimiento ocular; la fase es la diferencia temporal relativa entre la velocidad ocular y cefálica (número de grados en los que el ojo "pierde" el objetivo), y la asimetría compara la ganancia entre el movimiento a la izquierda con el movimiento a la derecha. El TARC activo con fijación de la mirada se realizó en 3 ocasiones para determinar su fiabilidad. La prueba fue considerada patológica si el valor de las variables obtenidas se encontraba fuera de los límites definidos por la base de datos del sistema.

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 que puede ocasionar el TARC. El Comité Ético y de Investigación del Hospital autorizó la realización de este estudio.

Análisis estadístico

Las variables estudiadas fueron ganancia, fase y asimetría durante el TARC. Se realizó un análisis de fiabilidad de la prueba, calculándose la correlación test-retest para cada una de las tres variables, mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Se realizó un análisis descriptivo de los individuos, clasificándolos en dos grupos según que el resultado de la prueba fuese normal o patológico. Posteriormente, se analizaron las variables nistagmo espontáneo, PC y PD en cada grupo. La significación estadística exigida fue $p < 0,05$.

RESULTADOS

La media de edad de los individuos con VPPB del conducto semicircular posterior fue 53,62 (rango 25-81), la mediana 53 y la desviación estándar (DE) 16,12. Catorce casos fueron mujeres y 13 varones. Dieciocho casos presentaron afectación del conducto posterior derecho, 5/27 izquierdo y 4 casos fueron bilaterales.

Un paciente (4%) presentó NE con una VFL media de 2,3 °/s. Cuatro de los 27 individuos no fueron explorados mediante la prueba calórica bitérmica (1 individuo presentó perforación timpánica, otro no pudo terminar la prueba por intolerancia a la estimulación, y 2 casos por problemas técnicos durante la estimulación calórica). Se observó paresia canalicular unilateral en 7/23 casos explorados y preponderancia direccional en 5/23 casos. Una paciente presentó una hipofunción calórica bilateral que fue persistente a pesar de una estimulación con agua a 20°C.

Test de autorrotación cefálica (TARC)

La Figura 2 muestra el registro sinusoidal obtenido durante el movimiento cefálico activo y el movimiento ocular en un paciente con VPPB. Se presentan los valores de ganancia, fase y asimetría en función del tiempo en las frecuencias de 1- 4 Hz, así como el intervalo de normalidad, ajustado por edad.

La fiabilidad de la prueba fue elevada para la ganancia en las frecuencias 1 y 2 Hz, presentando una correlación significativa de 0,89 y 0,83 respectivamente. Sin embargo, la ganancia en la frecuencia de 3 Hz presentó una correlación menor (0,67) que no fue significativa. Además, la fase y la asimetría no fueron variables reproducibles, pues presentaron unas correlaciones test-retest inferiores a 0,55 (Tabla 1).

De los 27 individuos, 13 casos (48%) presentaron una disminución de la ganancia vertical, 13 tuvieron valores de ganancia dentro de la normalidad y 1 caso presentó una ganancia elevada. Entre los 4 pacientes con afectación bilateral, 2 presentaron una ganancia vertical disminuida y otros 2 presentaron valores normales.

Análisis de la ganancia ocular por frecuencias

Veinticinco de los 27 individuos realizaron el test a 1 Hz (2 casos comenzaron el movimiento cefálico a 2 Hz); asimismo, 25/27 lo realizaron a 2 Hz y 13/27 alcanzaron 3 Hz

Tabla 1: Análisis de fiabilidad del test de autorrotación cefálica (TARC) vertical en individuos con VPPB del conducto posterior. r, coeficiente de correlación de Spearman.

Velocidad cefálica	Ganancia (r)	Asimetría (r)	Fase (r)
1 Hz	0,89*	0,50	0,34
2 Hz	0,83*	-0,19	0,46
3 Hz	0,67**	0,55	0,14
4 Hz	-	-	-

*La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**La correlación no es significativa (p= 0,10).

en el plano vertical. Ningún individuo fue capaz de alcanzar velocidades superiores a 3 Hz en el plano vertical, manteniendo la mirada en el objetivo. La Tabla 2 presenta los valores de ganancia vertical obtenidos en el TARC en las frecuencias 1- 3 Hz.

En la frecuencia de 1 Hz, 10/25 casos presentaron una disminución de la ganancia vertical a 1 Hz, 14/25 tuvieron una ganancia normal y 1 caso presentó un incremento de la ganancia. En la frecuencia de 2 Hz, 12/25 casos la ganancia estaba disminuida, 12/25 era normal y en 1 caso se encontraba por encima de la normalidad. En la frecuencia de 3 Hz, sólo 4/13 individuos presentaron una ganancia disminuida, 9/13 ganancia normal y 1 caso elevada.

Además, los valores de ganancia vertical mostraron una correlación moderada entre las frecuencias 1- 3Hz, que se situó entre 0,60-0,87 (Tabla 3).

DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue la evaluación de la respuesta oculomotora en el plano vertical mediante el test de autorrotación cefálica (TARC) en pacientes con VPPB. Para ello, se incluyeron individuos con VPPB del conducto semi-

Tabla 2: Valores de ganancia del RVO vertical (1-3 Hz) en las dos pruebas del TARC vertical en pacientes con VPPB del conducto semicircular posterior. Los valores de ganancia, paresia calórica y predonderancia direccional en negrita se encuentran fuera de los límites de normalidad

Conducto	Edad	Paresia calórica	Preponderancia direccional calórica	TARC vertical 1			TARC vertical 2		
				1 Hz	2 Hz	3 Hz	1 Hz	2 Hz	3 Hz
PD+PI	67	2	-3	0,51	0,53	-	0,37	0,48	-
PD	77	2	-11	0,56	0,75	-	0,52	-	-
PD	55	-	-	0,63	0,47	0,46	0,56	0,48	0,63
PI	47	-33	14	0,60	-	-	0,56	-	-
PD	70	-35	-4	0,68	-	-	0,58	0,63	-
PD	81	21	8	0,64	0,62	-	0,61	0,42	-
PD+PI	29	-	-	0,52	0,5	0,57	0,66	0,71	0,68
PD	25	-23	39	0,65	0,56	-	0,67	0,64	-
PD	43	56	30	0,77	0,79	-	0,67	0,67	0,58
PD	41	-11	-35	0,69	0,74	-	0,72	0,66	-
PI	53	-	-	0,83	0,77	-	0,76	0,76	-
PD	50	-4	-10	0,85	0,75	0,80	0,77	0,84	-
PI	45	35	1	0,88	0,83	0,82	-	0,67	0,72
PD	64	-16	-26	1,04	0,80	0,93	0,78	0,77	-
PD	75	-3	33	0,82	0,87	-	0,80	1,04	-
PD	53	-27	-25	0,84	0,68	-	0,83	0,78	-
PD	60	-46	-18	0,83	0,80	-	0,83	0,85	-
PD+PI	73	-10	-7	0,95	-	-	0,87	1,14	-
PD	38	2	-11	1,01	0,78	-	0,88	0,70	-
PD+LI	68	8	3	0,92	0,86	-	0,89	0,83	-
PD	25	2	16	0,92	0,96	0,86	0,92	0,99	-
PD	48	-49	-31	0,95	0,94	0,95	1,08	1,03	0,99
PD (NE)	69	-5	-15	1,01	0,91	0,97	1,1	1,06	0,93
PD+PI	59	0	-16	0,89	0,78	1,02	1,11	0,90	0,77
PD	37	-65	-22	1,64	1,84	1,75	1,67	1,61	-
PD	59	-	-	-	0,94	0,97	-	0,86	0,85
PI	43	-9	-9	-	1,12	1,35	-	1,14	-

PD, posterior derecho; PI, posterior izquierdo; LI, lateral izquierdo; NE, nistagmo espontáneo.

circular posterior, y se asumió que estos individuos con litiasis en el conducto posterior podrían tener el RVO vertical alterado. Aw et al. han demostrado que en pacientes con oclusión quirúrgica del conducto posterior la ganancia del RVO está disminuida un 30% en respuesta al test impulsivo vertical hacia arriba, mientras que la ganancia fue normal si la rotación fue hacia abajo⁶.

Para evaluar una prueba diagnóstica es necesario definir un estándar ideal con la que pueda ser comparada. En el caso del TARC vertical, se explora el RVO en el plano vertical y no puede compararse con otras pruebas (calóricas o rotatorias) destinadas a evaluar el conducto semicircular lateral.

Tabla 3: Coeficientes de correlación (Rho de Spearman) de la ganancia vertical entre las frecuencias 1- 3 Hz en el TARC en pacientes con VPPB

Velocidad	TARC1	TARC 2
1 vs 2 Hz	0,789*	0,860*
1 vs 3 Hz	0,830*	0,600
2 vs 3 Hz	0,753*	0,874*

*La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La ganancia es un parámetro que expresa el funcionamiento del RVO y es la razón entre el número de impulsos eferentes generados por el movimiento ocular, y el número de impulsos aferentes generados por el movimiento céfalico mientras se mantiene la fijación visual. Se expresa como un valor absoluto y su valor teórico en individuos con el RVO íntegro debería ser próximo a 1. En nuestro estudio, esta variable es la única que resultó reproducible en pacientes con VPPB en el TARC vertical, obteniéndose correlaciones superiores a 0,9, lo que concuerda con resultados obtenidos en individuos sanos¹⁰. Además, el 48% de los individuos con VPPB del conducto posterior presenta una disminución de la ganancia vertical, mientras que el resto presenta una ganancia vertical normal. Gianna-Poulin et al¹⁸. han descrito que la ganancia vertical no es lo suficientemente sensible para detectar la disfunción unilateral de un conducto vertical; en este trabajo, algunos individuos con oclusión quirúrgica del canal posterior o con hipofunción vestibular unilateral presentaron ganancias verticales que no fueron diferentes de los individuos normales. Sin embargo, Foster et al¹⁹. encontraron que los individuos con hipofunción vestibular unilateral presentaban una disminución de la ganancia vertical en respuesta a movimientos céfalicos activos en

el plano vertical a 2,4 Hz. La explicación a estas diferencias es difícil, aunque el empleo de movimientos cefálicos voluntarios y precedibles potencian el RVO, y las diferencias en la amplitud del movimiento durante el TARC permiten que cada individuo limite el movimiento cefálico hasta su capacidad para compensarlo con el movimiento ocular²⁰.

La fase se expresa en grados y se calcula como la diferencia de fase entre los movimientos oculares y los movimientos cefálicos correspondientes. Una diferencia de fase positiva significa que el movimiento ocular precede al movimiento cefálico (adelanto de fase) y una diferencia negativa significa que el movimiento ocular se encuentra retrasado respecto al movimiento cefálico (retraso de fase). En nuestro estudio, esta variable no es reproducible y por tanto no es fiable. La variabilidad de los resultados, puede ser explicada porque a frecuencias inferiores a 2 Hz la influencia del sistema de seguimiento visual es considerable y éste prevalece sobre el RVO, mientras que a frecuencias entre 2-4 Hz, la interacción entre los sistemas visual y vestibular determinan la capacidad para estabilizar la imagen²¹.

La asimetría se refiere a la diferencia entre la ganancia obtenida mediante el giro de la cabeza hacia un sentido (izquierda o hacia arriba) comparada con la ganancia obtenida al girar en sentido contrario (derecha o hacia abajo).

El TARC presenta algunas limitaciones: la prueba es difícil de realizar para algunos individuos, y en el plano vertical no se alcanzan velocidades superiores a 3 Hz. En nuestra experiencia, 7 de los 34 individuos con VPPB (20%) no fue capaz de realizar el movimiento cefálico manteniendo fija la mirada en el objetivo incluso a velocidades de 1 Hz. Este hallazgo refleja que estos pacientes no pueden estabilizar una imagen en la retina durante el movimiento cefálico y su RVO vertical también podría estar alterado. Otros trabajos han demostrado que durante el TARC horizontal, la ganancia a frecuencias próximas a 4-5 Hz tiende a disminuir y este fenómeno se podría explicar porque el movimiento ocular es incapaz de compensar el movimiento cefálico¹². Además, a medida que se incrementa la velocidad del movimiento cefálico, los individuos tienen la percepción de que la diana luminosa se vuelve borrosa y se percibe como una línea, siendo imposible mantener la mirada fija. Por esto, creemos que a velocidades superiores a 3 Hz la prueba es difícil de realizar por el individuo en el plano vertical y no resulta fiable.

Sin embargo, la mayor limitación que presenta el sistema VORTEQ es que el software no permite el análisis de la ganancia en los dos sentidos de la rotación cefálica de forma independiente; por ejemplo en el TARC vertical, sería deseable el cálculo de la ganancia hacia arriba y hacia abajo por separado, para poder comparar estos resultados con el test del impulso ("head-thrust" test)⁶, lo que podría potencialmente mejorar la sensibilidad del sistema para estimar la hipofunción de un canal vertical aislado.

La reproductividad del TARC ha sido cuestionada con la tecnología VAT (VAT Western System Research, Los Angeles, CA, Estados Unidos)¹⁰, así como con la tecnología VORTEQ¹², empleada en nuestro trabajo. La explicación a

la variabilidad del sistema VAT ha sido justificada por las variaciones de la amplitud del movimiento cefálico entre un test y otro. El sistema VORTEQ intenta solventar este problema mediante un sistema de calibración previo a la prueba para determinar la amplitud del movimiento. Además, es necesario considerar otros factores que dependen del individuo como la atención, la fatiga o el estrés.

En nuestro estudio, hemos encontrado que la ganancia vertical es una variable reproducible y fiable y que puede ser un indicador útil para evaluar la integridad del RVO vertical en las frecuencias de 1 y 2 Hz. Estos resultados difieren de los obtenidos en el TARC horizontal por Tirelli et al¹⁰ en una muestra de 16 individuos sanos que obtuvieron correlaciones muy bajas para la ganancia a 1 y 2 Hz, y correlaciones aceptables entre 3-5 Hz. El problema de este estudio es que la amplitud del movimiento cefálico en el plano horizontal fue diferente a 1-2 Hz (desde 30 a 60°) y > 3Hz (<30°) y estas variaciones en la amplitud, que dependen del individuo, pueden condicionar el resultado del TARC.

De acuerdo con nuestros resultados para el TARC vertical, la asimetría y la fase presentaron correlaciones bajas en el TARC horizontal¹², lo que limita su utilidad clínica.

Algunos estudios han descrito respuestas oculomotoras anormales en el TARC vertical en pacientes con enfermedad de Meniere (incremento de ganancia vertical)²², tras el tratamiento con gentamicina intratimpánica en enfermedad de Meniere (descenso o ganancia normal)²³, en individuos con ototoxicidad inducida por gentamicina (reducción de la ganancia)²⁴, así como en pacientes con VPPB^{14,15}. Nuestro estudio presenta algunas diferencias metodológicas si se compara con los trabajos previos realizados en pacientes con VPPB, pues estos emplearon el sistema VAT y no realizaron un diagnóstico de VPPB empleando video-oculografía, y probablemente incluyeron pacientes con VPPB de varios conductos. Se ha demostrado que los pacientes con VPPB son una población compleja, que puede presentar diversas formas clínicas, según el conducto semicircular afectado, y que en el 20% de los casos pueden afectarse varios canales simultáneamente²⁶.

CONCLUSIONES

La ganancia es la única variable útil en el TARC vertical para evaluar el RVO. La fase y la asimetría no son variables reproducibles. El 48% de los pacientes con VPPB del conducto posterior presentan una disminución de la ganancia vertical.

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto FIS PI021394 del Instituto de Salud Carlos III.

Referencias

1. Grossman GE, Leigh RJ. Instability of gaze during locomotion in patients with deficient vestibular function. *Ann Neurol* 1990;27:528-32.
2. Goebel JA, Isipradit P, Hanson JM. Manual rotational testing of the vestibulo-ocular reflex. *Laryngoscope* 2000;110:517-35.

3. Morita M. Testing of vertical semicircular canal-stimulative postrotatory nystagmus. *Equilibrium Res* 1993;52:461-5.
4. Morita M, Imai T, Sekine K, Takeda N, Koizuka I, Uno A et al. A new rotational test for vertical semicircular canal function. *Auris Nasus Larynx* 2003;30:233-7.
5. Aw ST, Halmagyi GM, Curthoys IS, Todds MJ, Yavor RA. Unilateral vestibular deafferentation causes permanent impairment of the human vertical vestibulo-ocular reflex in the pitch plane. *Exp Brain Res* 1994;102:121-130.
6. Aw ST, Halmagyi GM, Haslwanter T, Curthoys IS, Yavor RA, Todd MJ. Three-dimensional vector analysis of the human vestibuloocular reflex in response to high-acceleration head rotation. II. Responses in subjects with unilateral vestibular loss and selective semicircular canal occlusion. *J Neurophysiol* 1996;76:4021-4030.
7. O'Leary DP, Davis LL. High-frequency autorotational testing of the vestibulo-ocular reflex. *Neurol Clin North Am* 1990;8:297-312.
8. O'Leary DP, Davis LL, Maceri DR. Vestibular autorotation test asymmetry analysis of acoustic neuromas. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;104:103-9.
9. Furman JM, Durrant JD. Head-only rotational testing: influence of volition and vision. *J Vest Res* 1995;5:323-9.
10. Hirvonen TP, Aalto H, Pyykkö I, Juhola M. Comparison of two head autorotation test. *J Vest Res* 1999;9:119-25.
11. Tirelli G, Bigarini S, Russolo M, Giacomarra V, Sasso F. Test-retest reliability of the VOR as measured via Vorteq in healthy subjects. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2004;24:58-62.
12. Lanska DJ, Remler B. Benign paroxysmal positional vertigo: classic descriptions, origins of the provocative positioning technique and conceptual developments. *Neurology* 1997;48:1167-77.
13. Furman JM, Cass SP. Benign paroxysmal positional vertigo. *N Engl J Med* 1999;341:1590-6.
14. Aw ST, Todd MJ, Aw GE, McGarvie LA, Halmagyi GM. Benign positional nystagmus. A study of its three-dimensional spatio-temporal characteristics. *Neurology* 2005;64:1897-1905.
15. Belafsky P, Gianoli G, Soileau J, Moore D, Davidowitz S. Vestibular autorotation testing in patients with benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;122:163-7.
16. Lopez-Escamez JA, Molina MI, Gamiz MJ, Fernandez-Perez AJ, Gomez M, Palma MJ, Zapata C. Multiple positional nystagmus suggests multiple canals involvement in benign paroxysmal positional vertigo. *Acta Otolaryngol* 2005;125:954-61.
17. Dix MT, Hallpike CS. The pathology, symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1952;61:987-1016.
18. Gianna-Poulin CC, Stallings V, Owen Black F. Eye movement responses to active, high-frequency pitch and yaw head rotations in subjects with unilateral vestibular loss or posterior semicircular canal occlusion. *J Vest Res* 2003;13:131-141.
19. Foster CA, Demer JL, Morrow, Baloh RW. Deficits of gaze stability in multiple axes following unilateral vestibular lesions. *Exp Brain Res* 1997;116:501-509.
20. Della Santina CC, Cremer PD, Carey JP, Minor LB. Comparison of head thrust test with head autorotation test reveals that the vestibulo-ocular reflex is enhanced during voluntary head movements. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;128:1044-1054.
21. Hirvonen TP, Pyykkö I, Aalto H, Juhola M. Vestibulo-ocular reflex function as measured with the head autorotation test. *Acta Otolaryngol* 1997;117:657-62.
22. O'Leary DP, Davis LL. Vestibular autorotation testing of Meniere's disease. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;103:66-71.
23. Perez N, Martin E, Garcia-Tapia R. Results of vestibular autorotation testing at the end of intratympanic gentamicin treatment for Meniere's disease. *Acta Otolaryngol* 2003;123:506-514.
24. O'Leary DP, Davis LL. Vestibular autorotation with active head movements. En: *Neurotology* RK Jackler y DE Brackmann, eds, Mosby-Year Book, St. Louis, Missouri, 1994;229-240.
25. Corvera-Behar G, Hernandez LM. The vestibular autorotation test in benign paroxysmal postural vertigo. *An ORL Mex* 1992;38:2.
26. Nakayama M, Epley JM. BPPV and variants: improved treatment results with automated, nystagmus-based repositioning. *Otolaryngol-Head Neck Surgery* 2005;133:107-112.