

Evaluación vestibular cuantitativa: Pruebas calóricas

Vestibular quantitative assessment: caloric testing

Avaliação vestibular quantitativa: testes calóricos

Dra. Silvia Adriana Lasagno (1)

Resumen

La estimulación calórica se basa en la metodología descrita por Fitzgerald y Hallpike en 1942, es el procedimiento más largo y difícil del estudio vestibular, pero es el que más información aporta en relación a la localización de la lesión. Su objetivo es estimular los conductos semicirculares de cada lado con diferentes temperaturas, lo cual genera una respuesta nistágmica en direcciones contrarias, que permiten determinar la actividad que refleja de cada oído, así como su integración con el SNC.

La estimulación con agua se realiza a 44° y 30° respectivamente. La prueba se evalúa según parámetros cualitativos y parámetros cuantitativos. El nistagmo calórico se define por su velocidad y frecuencia, sin embargo el parámetro más útil se obtiene con la medición de la Velocidad del Componente Lento del Nistagmo o Velocidad de la Fase Lenta (VFL).

La velocidad de la fase lenta se selecciona en el momento de culminación de la respuesta después de cada irrigación. El registro de la prueba se realiza por Videonistagmografía. La representación de los resultados se realiza por medio de gráficos como la Mariposa de Claussen o el diagrama de Freyss.

Los valores normales obtenidos en esta prueba son los siguientes:

La paresia canalicular, o valor en que difiere la respuesta luego de la estimulación en cada oído, se determina por medio de la fórmula de Jonkees que permite dar un valor porcentual. La preponderancia direccional cuantifica el grado de respuesta caracterizado por nistagmos a derecha e izquierda. La reflectividad hace referencia a la respuesta obtenida con la estimulación de ambos oídos.

Al interpretar los resultados de la prueba calórica se deben tener en cuenta diversos factores que pueden interferir en su valoración y evitar artefactos que alterarían la interpretación de los mismos.

Los hallazgos patológicos más frecuentes son:

- Paresia canalicular • Arreflexia vestibular

- Preponderancia direccional • Paresia canalicular bilateral • Supresión anómala del nistagmo calórico
- Hiperreflexia vestibular • Inversión y perversión del nistagmo calórico.

Palabras clave: Prueba calórica, nistagmo calórico, velocidad de la fase lenta, videonistagmografía, diagrama de Freyss, fórmula de Jonkees, paresia canalicular, preponderancia direccional, reflectividad, hallazgos patológicos.

Abstract

Caloric stimulation is based on the methodology described by Fitzgerald and Hallpike in 1942, is the longest and most difficult procedure of vestibular study, but it is the most informative, regarding the location of the lesion. It aims to stimulate the semi-circular canals on each side with different temperatures, which generates a nystagmic response in opposite directions, for determining the reflected activity on each ear, and its integration with the SNC.

Stimulation is performed with water at 44 ° and 30 ° respectively. The test is evaluated by qualitative parameters and quantitative parameters. The caloric nystagmus is defined by its speed and frequency, however the most useful parameter is obtained by measuring the speed of the slow component of nystagmus or the Slow Phase Velocity (SPV). The Slow Phase Velocity is selected at the culmination time of the response after each irrigation. The test record is performed by videonystagmography. The representation of the results is performed using graphics as the Claussen butterfly or Freyss diagram. Normal values obtained in this test are:

The value that differs response after stimulation in each ear, or canal paresis, it is determined by the Jonkees formula that allows to give a percentage measurement. The directional preponderance quantifies the degree of response characterized by nystagmus to right and left. Reflectivity refers to the response to the stimulation of both ears.

In interpreting the results of the caloric test should

(1) Médica cirujana

Especialista en Otorrinolaringología

Médica de planta del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital J.B. Iturraspe Santa Fe Capital, Argentina

Boulevard Pellegrini 3551. Teléfono 0342-4575717/19

Email : s.a.lasagno@hotmail.com

take into account various factors that may interfere with their valuation, and avoid artifacts that would alter the therefore interpretation.

The most common pathologic findings are:

• Canalicular paresis • Vestibular arreflexia • Directional preponderance • Canalicular bilateral paresis • Anomalous suppression of caloric nystagmus • Vestibular hyperreflexia • Investment and perversion of caloric nystagmus.

Keywords: Caloric test, caloric nystagmus, slow phase velocity, videonystagmography, Freyss diagram, Jonkees formula, canal paresis, directional preponderance, reflectivity, pathologic findings.

Resumo:

A estimulação calórica, que se baseia na metodologia descrita por Fitzgerald e Hallpike em 1942, é o procedimento mais longo e difícil do estudo vestibular, porém, é o que mais informações oferece em relação à localização da lesão. O seu objetivo é estimular os dutos semicirculares de cada lado com diferentes temperaturas, o que gera uma resposta nistágmica em direções contrárias, que permitem determinar a atividade reflexa de cada ouvido, assim como a sua integração com o SNC.

A estimulação com água se realiza 44° e 30°, respectivamente. O teste é avaliado segundo parâmetros qualitativos e parâmetros quantitativos. O nistagmo calórico se define pela sua velocidade e frequência, porém, o parâmetro mais útil se obtém com a medição da Velocidade do Componente Lento do Nistagmo ou Velocidade da Fase Lenta (VFL).

A velocidade da fase lenta é selecionada no momento de culminação da resposta depois de cada irrigação. O teste é registrado por videonistagmografia. A representação dos resultados se realiza por meio de gráficos como a borboleta de Claussen ou o diagrama de Freyss.

Os valores normais obtidos nesse teste são os seguintes:

A paresia canalicular, ou valor em que difere a resposta após a estimulação em cada ouvido, é determinada por meio da fórmula de Jonkees, que permite dar um valor porcentual. A preponderância direcional quantifica o grau de resposta caracterizado por nistagmos à direita e à esquerda. A refletividade faz referência à resposta obtida com a estimulação de ambos os ouvidos.

Ao interpretar os resultados do teste calórico, diversos fatores devem ser levados em consideração, os quais podem interferir na sua valoração e evitar artefatos que alterariam a interpretação dos mesmos.

As descobertas patológicas mais frequentes são:

• Paresia canalicular • Arreflexia vestibular • Preponderância direcional • Paresia canalicular bilateral • Supressão anômala do nistagmo calórico • Hiperreflexia vestibular • Inversão e perversão do nistagmo calórico

Palavras-chaves: Teste calórico, nistagmo calórico, velocidade da fase lenta, videonistagmografia, diagrama de Freyss, fórmula de Jonkees, paresia canalicular, preponderância direcional, refletividade, descobertas patológicas.

Introducción

La estimulación calórica se realiza según la metodología descrita por Fitzgerald y Hallpike en 1942. Aporta información respecto a la localización de la lesión, al estimular los canales semicirculares de cada lado a diferentes temperaturas, se genera una respuesta nistágmica en direcciones contrarias, que nos va a permitir determinar la actividad refleja desde cada oído así como su integración en el sistema nervioso central (1).

Mecanismo de estimulación

La prueba calórica utiliza un estímulo no fisiológico (agua-aire) para inducir el flujo endolinfático en los canales semicirculares mediante un gradiente de temperatura entre las partes lateral y medial del hueso temporal.

La irrigación del canal auditivo externo transfiere una onda de cambio de temperatura hasta el oído interno.

La prueba calórica estimula el canal semicircular horizontal, y a través suyo, al nervio vestibular superior. Se efectúa colocando al paciente en posición supina con la cabeza flexionada hacia arriba unos 30° de forma que el canal horizontal esté en el plano vertical. Durante la estimulación calórica con agua siete grados más caliente que el cuerpo, el movimiento de la columna endolinfática hace que la cúpula se desvíe hacia el utrículo (flujo ampulipetal) y produzca un nistagmo horizontal con el componente rápido hacia el oído estimulado, que se traduce en un aumento de descarga de la fibra nerviosa del nervio vestibular superior hacia el núcleo vestibular ipsilateral. Un estímulo siete grados centígrados más frío que el cuerpo produce el efecto contrario sobre la columna de endolinfa, causando un flujo ampulofugal de endolinfa, y el nistagmo se dirige al lado opuesto al oído estimulado (2).

Robert Barany recibió el premio Nobel por proponer el mencionado mecanismo de estimulación calórica.

Canales semicirculares. Características dinámicas de la función

El papel funcional de los canales semicirculares fue estudiado por Ewald en el siglo XIX, en virtud de sus

observaciones estableció lo que se conoce como las leyes de Ewald de los conductos semicirculares.

Ley 1: Los movimientos de los ojos y la cabeza siempre se hacen en el plano del canal que está siendo estimulado y en la dirección del flujo de la endolinfa que es excitador.

Ley 2: Los movimientos ampulopetales de la endolinfa en los canales horizontales producen una respuesta que es mayor a la producida por los movimientos ampulofugales.

Ley 3: Los movimientos ampulofugales de la endolinfa en los canales semicirculares verticales causan una respuesta mayor que los movimientos ampulopetales.

Metodología de la prueba

La estimulación bitérmica bilateral alternante fue estandarizada por Fitzgerald y Hallpike en 1942, y es la prueba calórica básica. Para su realización el paciente se coloca en decúbito supino con la cabeza elevada 30°, con los ojos abiertos en la oscuridad y manteniendo un cierto nivel de alerta.

Se realizan en total cuatro irrigaciones, dos por oído, primero con agua a 44°C, y luego con agua a 30°C, siempre con intervalos de cinco minutos entre cada estimulación y utilizando para cada irrigación 250CC. de agua durante 40 segundos.

Las ventajas de esta metodología son:

1. En cada canal semicircular se induce consecutivamente el flujo de endolinfa, tanto en dirección ampulofugal como ampulopetal.
2. El estímulo calórico es altamente producible.
3. La mayoría de las personas tolera bien la prueba.

La prueba calórica se puede realizar con agua o aire, en el caso del aire la diferencia de temperatura que se debe utilizar respecto a la corporal es de +/- 15°. El flujo de aire debe ser de 8 litros/minuto, durante 50 segundos, y si bien la respuesta es de menor intensidad, se indica para aquellos pacientes en los que la estimulación con agua está contraindicada.

Técnicas de registro:

Electronistagmografía, que realiza el registro mediante la aplicación de electrodos, con los cuales se mide la diferencia de potencial córneo retiniano, ya más recientemente comenzó a implementarse la Videonistagmografía: este método registra los movimientos oculares mediante la utilización de cámaras de video infrarrojas que permiten filmar en total oscuridad.

Las limitaciones de la prueba calórica incluyen el hecho de que estamos estimulando el conducto auditivo externo, entonces no sabemos exactamente

cuál es el estímulo a nivel del órgano sensorial, por las estructuras que debe superar la temperatura para llegar al mismo, además esta prueba sólo permite valorar el Conducto Semicircular Horizontal. Finalmente el equivalente rotatorio del estímulo calórico es una estimulación sinusoidal de baja frecuencia (0,001 /0,003 Hz) lo cual crea problemas de análisis y de comparación entre pruebas (rango óptimo de funcionamiento del sistema vestibular 0,6 / 3 Hz).

Respuesta normal

1. Período de irrigación e inicio del nistagmo: puede obviarse pero se registra si hay un nistagmo espontáneo que va a modificar la estimulación.

2. Período de aumento progresivo de intensidad de la respuesta.

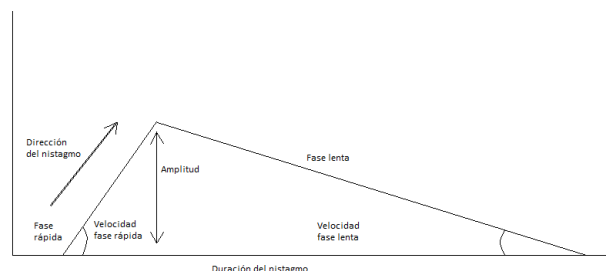
3. Período de culminación: velocidad de la fase lenta de mayor valor. Esa medida es el exponente de la función del receptor periférico. Con ese valor se debe calcular paresia canalicular y preponderancia direccional. Con el valor de la velocidad de fase lenta máximo o promedio de velocidad de fase lenta de la culminación se realiza el resumen gráfico y cuantitativo de la prueba.

4. Período de reducción progresiva de la respuesta.

Supresión del nistagmo

Luego del período de culminación del nistagmo se enciende la luz y se le indica al paciente que fije la mirada en un punto, en una prueba normal o en pacientes con lesión vestibular periférica, la amplitud del nistagmo debe disminuir al menos en un 60%. La alteración de la supresión del nistagmo calórico por fijación visual es un signo importante de disfunción en el circuito de interacción visuo-vestibular, y por lo tanto debe ser explorado en todos los pacientes, al menos en dos pruebas (diferente oído-diferente dirección del nistagmo). La supresión anómala del nistagmo calórico es siempre consecuencia de una lesión central, generalmente localizada a nivel del cerebelo (3).

Análisis de una sacudida nistágmica

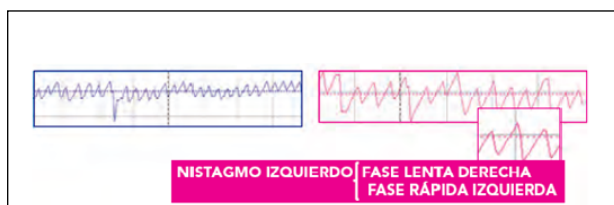


Efecto de la estimulación calórica en oído derecho
 44°: Nistagmo derecho: fase rápida derecha /fase lenta izquierda
 30°: Nistagmo izquierdo: fase rápida izquierda / fase lenta derecha

Efecto de la estimulación calórica en oído izquierdo

44°: Nistagmo izquierdo: fase rápida izquierda /fase lenta derecha

30°: Nistagmo derecho: fase rápida derecha /fase lenta izquierda



Parámetros cuantitativos de la prueba: Son varios, se utiliza la velocidad de fase lenta (VFL) máxima obtenida en cada estimulación, por tanto en cada estimulación se obtiene un valor de VFL en cada irrigación caliente y fría.

Al mismo tiempo, de estos valores se obtienen otros relativos que definen la actividad de cada vestíbulo y permiten determinar el límite entre una respuesta normal y otra patológica.

La paresia canalicular o preponderancia laberíntica es el valor en que difieren las estimulaciones en ambos oídos. Esto se calcula a partir de la fórmula de Jongkees que nos permite dar un valor porcentual.

$$\left(\frac{\text{Total Nistagmos Oído Derecho} - \text{total Nistagmos Oído Izquierdo}}{\text{Total Nistagmos Oído Derecho} + \text{total Nistagmos Oído Izquierdo}} \right) \times 100$$

La preponderancia direccional es la diferencia entre las dos estimulaciones que provocan nistagmos a derecha e izquierda.

$$\left(\frac{\text{Nistagmos a derecha} - \text{nistagmos a izquierda}}{\text{Nistagmos a derecha} + \text{nistagmos a izquierda}} \right) \times 100$$

De acuerdo con numerosos autores (Sills, Barber, Bartual, Stockwell) la **Velocidad Angular de la Fase Lenta (VAFL)** de la respuesta calórica es el más fiel exponente de la actividad del Reflejo Vestíbulo Ocular (RVO) (4). Por medio de ella definimos los valores relativos de paresia canalicular, preponderancia direccional y reflectividad vestibular. Pero la respuesta calórica posee un ritmo que se

define por la frecuencia, cuya génesis es central y modula la respuesta periférica. Es de gran utilidad llevar a cabo un análisis preciso de la frecuencia de la respuesta calórica en cada irrigación, simultáneo al de la Velocidad de la Fase Lenta.

Con el valor de la velocidad de fase lenta máximo o con el promedio de VFL de los nistagmos en el momento de culminación se realiza el resumen gráfico y cuantitativo de la prueba. Así tenemos la gráfica de Freyss de la velocidad de fase lenta del nistagmo, que es una derivación de la gráfica de mariposa de Claussen (5).

Existe una amplia dispersión en los resultados de la población normal, pero se considera patológica toda diferencia de respuesta por frecuencia entre oídos superior al valor del 20%. Si utilizamos como parámetro la VAFL entonces la diferencia de respuesta debe ser superior al 26%. Toda diferencia en dirección superior al 28% es patológica e indica una preponderancia direccional. Estos valores se aceptan siempre que la suma total de la VAFL máxima en todas las exploraciones sea igual o mayor a 15°/s.

Representación gráfica de las pruebas calóricas Mariposa de Claussen

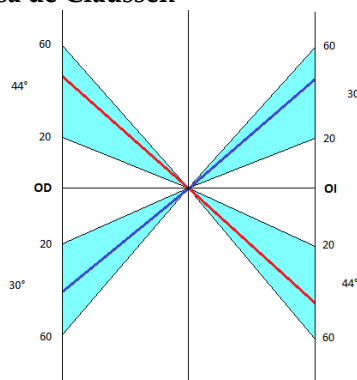
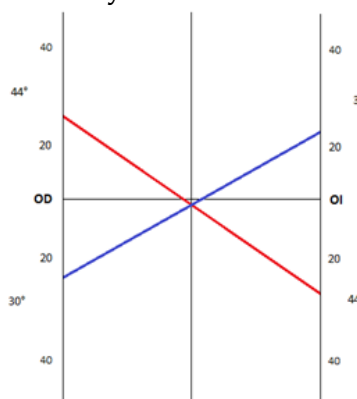


Diagrama de Freyss



Errores o artefactos a considerar en las pruebas calóricas: Pre test se debe explicar al paciente el tipo de procedimiento que se realizará. El paciente debe realizar control otológico antes de ser sometido a una prueba calórica (perforación de membrana timpánica-

cirugías otológicas previas). Se debe indicar al paciente suspender medicación supresora laberíntica. Durante la realización del estudio el paciente debe mantener el nivel de alerta para evitar somnolencia o vagabundeo que modificaría el resultado de la prueba.

Durante la interpretación de los trazados se debe evaluar la presencia de:

Nistagmo superpuesto:

- Nistagmo congénito - Nistagmo espontáneo

La consecuencia principal de un nistagmo superpuesto en la prueba calórica es la aparición de una preponderancia direccional claramente falseada (6).

Artificios /Movimientos oculares anormales:

- Parpadeo

- Intrusiones sacádicas : Ondas cuadradas / Flutter

Significado de los resultados

Paresia canalicular: El hallazgo de una paresia canalicular con la estimulación calórica bitérmica indica un daño en el sistema vestibular periférico, que puede estar localizado en cualquier lugar desde el órgano sensorial, hasta la zona de entrada de la raíz nerviosa en el tronco cerebral. Es un signo de enfermedad vestibular periférica unilateral. La diferencia de respuesta entre ambos oídos con las dos estimulaciones debe superar el 26% por VACL, o el 20% si consideramos el parámetro frecuencia.

Arreflexia vestibular: Es el término utilizado para definir una paresia canalicular del 100%. Es indicativa de lesión destructiva completa de la función vestibular, en este caso al estimular el oído no hay respuesta nistágmica. Debe ser corroborada con una prueba con agua helada, la misma se realiza llenando el conducto auditivo con 5 a 7 ml. de agua por debajo de 7° durante 20 segundos. En los pacientes en los que se sospecha una deficiencia vestibular total la prueba con agua helada representa el estímulo más intenso con el que puede valorarse cualquier remanente funcional.

Preponderancia direccional: Representa el grado de diferencia de respuesta caracterizada por nistagmos a derecha e izquierda. La preponderancia direccional (PD) se define en función del nistagmo dominante (esta diferencia debe superar el 28 %). La PD de la prueba calórica puede producirse por lesiones periféricas en el órgano sensorial o el 8° nervio, así como en lesiones del Sistema Nervioso Central (SNC), desde el tronco cerebral hasta el córtex. Indica un desequilibrio en el sistema vestibular, y generalmente está asociada a un nistagmo espontáneo. En este caso es necesario considerar la PD corregida restando el nistagmo espontáneo de las pruebas que generan nistagmo hacia el mismo lado.

Paresia canalicular bilateral: Media de respuesta de cada oído menor a 7,5°/seg. Indica disfunción periférica bilateral severa, se puede considerar como "arreflexia bilateral". Se debe confirmar con agua helada en ambos oídos y si la misma se mantiene con una prueba rotatoria. En estos casos las fórmulas para definir paresia

canalicular unilateral o preponderancia direccional son poco útiles ya que las respuestas calóricas están simétricamente deprimidas (7).

Hiperreflexia vestibular: En este caso la respuesta calórica es hiperactiva, superando los parámetros de normalidad. Si es de las cuatro estimulaciones o de un oído en ambas temperaturas, y además se asocia a fallo de supresión del nistagmo calórico por fijación visual, se considera patológico, y probablemente de origen cerebeloso (8).

Disritmia calórica: La velocidad de la fase lenta del nistagmo es irregular a lo largo de la prueba. Sacudidas nistágmicas desiguales en amplitud (dismetria) y en intervalos de tiempo (disritmia). Este fenómeno se ha atribuido a lesiones del SNC, sin embargo la disritmia calórica también ocurre en sujetos normales cuando están cansados o poco atentos.

Inversión y perversión del nistagmo calórico: En este caso el nistagmo tiene una dirección opuesta a la esperada o predomina el componente vertical del mismo. Aparece en trastornos del equilibrio de origen central localizados a nivel del tronco encefálico.

Prueba monotérmica: Consiste en la realización de un estímulo único frío o caliente en cada oído. Haciendo una valoración comparativa es más eficaz el estudio con agua caliente que con agua fría. No hay unanimidad de criterios sobre la efectividad de la prueba. Es considerada normal si la asimetría de respuesta entre ambos oídos es menor a 15°/seg., si la respuesta de cada oído es mayor a 8°/seg. y el nistagmo espontáneo es menor a 4°/seg. Si se da todo esto, la sensibilidad de la prueba es de 95% con una especificidad del 71% (9).

Agradecimiento: A la Doctora Carolina Binetti (Vestibular Argentina) por su amable invitación para participar en este suplemento con la realización del presente artículo.

Bibliografía

- 1-3. Rama López, Perez Fernandez. Pruebas vestibulares y posturografía. Médica Universidad de Navarra. Departamento de Otorrinolaringología 2003; 47: 21-28 N°4.
 - 2-7. Honrubia. Tratado de ORL. Evaluación vestibular cuantitativa. Editorial médica Panamericana. Buenos Aires; 2007.
 - 4-5-9. Perez Fernandez. Atlas de pruebas vestibulares para especialistas en Otorrinolaringología. Editorial Profármaco.2. Barcelona; 2009: 7 52:61.
 6. Bartual Pastor, Perez Fernandez. El sistema vestibular y sus alteraciones. Editorial Masson. Barcelona; 1999.
 8. Barona de Guzmán, Sanz y Zamarréño. Tratado de ORL. Exploración de la función vestibular. 2da ed. Editorial médica Panamericana. Buenos Aires; 2007.
- Otras referencias bibliográficas consultadas:
- Brandt, Dieterich, Strupp. Vertigo and Dizziness. Springer Editorial. London; 2005.
- Carmona y Marelli. Neuro-Otología. 2da ed. Librería AKADIA Editorial. Buenos Aires; 2009.
- Honrubia, Hoffman y López. Tratado de ORL. Fisiología del sistema vestibular periférico. 2da ed. Editorial médica Panamericana. Buenos Aires; 2007.