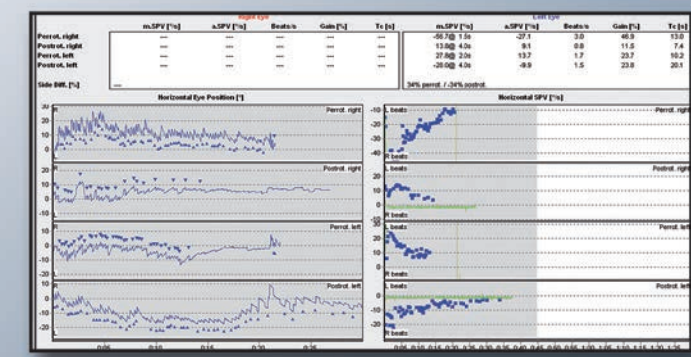
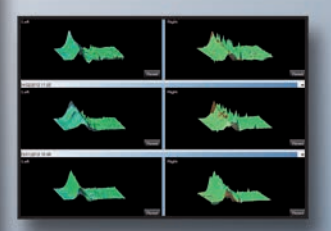
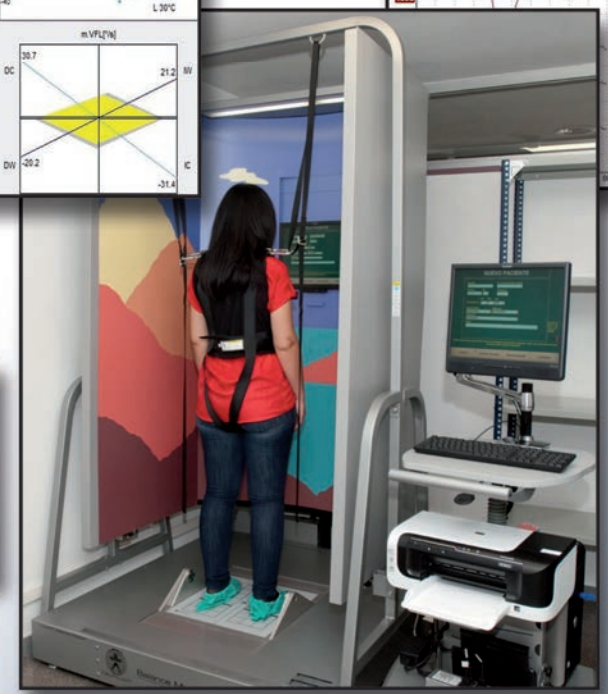
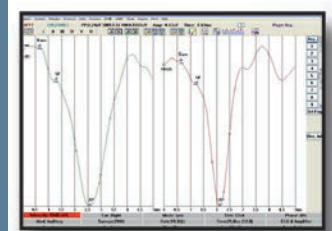
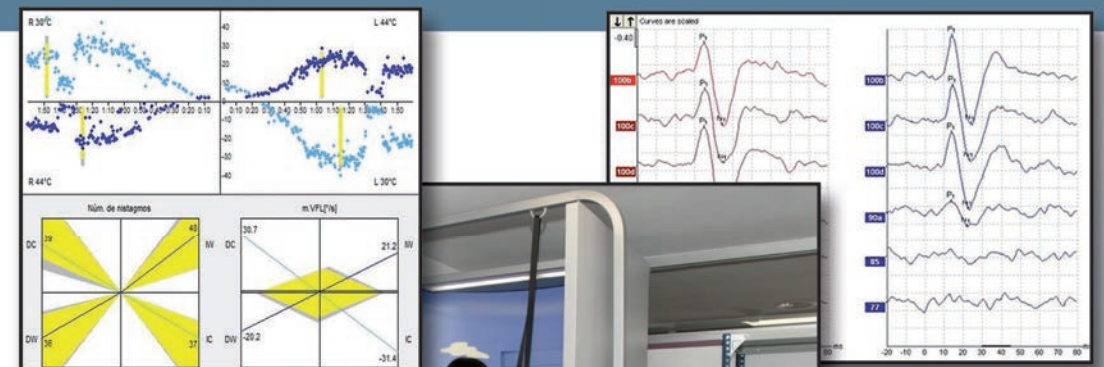


PRUEBAS VESTIBULARES

PRUEBAS VESTIBULARES INTERPRETACIÓN



INTERPRETACIÓN

VIII CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN MADRILEÑA DE OTORRINOLARINGOLOGÍA

ASOCIACION MADRILEÑA DE
OTORRINOLARINGOLOGIA



PONENCIA OFICIAL

INTERPRETACIÓN DE LAS PRUEBAS VESTIBULARES

© de los autores

Reservados todos los derechos

No se permite la reproducción total o parcial de este ejemplar ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

ISBN: 978-84-695-8070-7

Maquetación y diseño: Lumimar, S.L.

Impresión: CGA, S.L.

Índice de Autores

Coordinador

Dr. Ricardo Sanz Fernández
Jefe de Servicio de Otorrinolaringología
Hospital Universitario de Getafe

Autores

Dr. Eduardo Martín Sanz
Facultativo Especialista de Área
Hospital Universitario de Getafe

Dr. Jonathan Esteban Sánchez
Facultativo Especialista de Área
Hospital Universitario de Getafe

Dra. Christiane Zschaeck Luzardo
Facultativo Especialista de Área
Hospital Universitario de Getafe

Rosario Menal Rodríguez
Técnico Superior de Audiología
Hospital Universitario de Getafe

Olalla Ramos González
Técnico Superior en Audiología Protésica

Ángela Portero de la Plaza
Técnico Superior en Audiología Protésica



1. VIDEONISTAGMOGRAFÍA

1.1. PRUEBAS VISO-OCULARES

- 1.1.1. Introducción**
- 1.1.2. Fundamentos teóricos**
- 1.1.3. Metodología de realización. Valores de normalidad**
- 1.1.4. Interpretación de resultados**
- 1.1.5. Detección de artefactos**
- 1.1.6. Indicación de la prueba**
- 1.1.7. Casos clínicos**

1.2. PRUEBA ROTATORIA

- 1.2.1. Introducción**
- 1.2.2. Fundamentos teóricos**
- 1.2.3. Metodología de realización. Valores de normalidad**
- 1.2.4. Interpretación de resultados**
- 1.2.5. Detección de artefactos**
- 1.2.6. Indicación de la prueba**
- 1.2.7. Casos clínicos**

1.3. PRUEBA CALÓRICA

- 1.3.1. Introducción**
- 1.3.2. Fundamentos teóricos**
- 1.3.3. Metodología de realización. Valores de normalidad**
- 1.3.4. Interpretación de resultados**
- 1.3.5. Detección de artefactos**
- 1.3.6. Indicación de la prueba**
- 1.3.7. Casos clínicos**

2. POTENCIALES VESTIBULARES EVOCADOS MIOGÉNICOS (VEMPs)

- 2.1. Introducción**
- 2.2. Fundamentos teóricos**
- 2.3. Metodología de realización. Valores de normalidad**
- 2.4. Interpretación de resultados**
- 2.5. Detección de artefactos**
- 2.6. Indicación de la prueba**
- 2.7. Casos clínicos**

3. VIDEO HEAD IMPULSE TESTE (v-HIT)

- 3.1. Introducción**
- 3.2. Fundamentos teóricos**
- 3.3. Metodología de realización. Valores de normalidad**
- 3.4. Interpretación de resultados**
- 3.5. Detección de artefactos**
- 3.6. Indicación de la prueba**
- 3.7. Casos clínicos**

4. ELECTROCOCLEOGRAFÍA (ECoG)

- 4.1. Introducción**
- 4.2. Fundamentos teóricos**
- 4.3. Metodología de realización. Valores de normalidad**
- 4.4. Interpretación de resultados**
- 4.5. Detección de artefactos**
- 4.6. Indicación de la prueba**
- 4.7. Casos clínicos**

5. POSTUROGRAFÍA DINÁMICA COMPUTERIZADA (CDP)

- 5.1. Introducción**
- 5.2. Fundamentos teóricos**
- 5.3. Metodología de realización. Valores de normalidad**
- 5.4. Interpretación de resultados**
- 5.5. Detección de artefactos**
- 5.6. Indicación de la prueba**
- 5.7. Casos clínicos**

6. GUIA PRÁCTICA PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS VESTIBULARES

- 6.1. Introducción**
- 6.2. Videonistagmografía**
- 6.3. Potenciales vestibulares evocados miogénicos**
- 6.4. Electrocoqueografía**
- 6.5. Posturografía dinámica computarizada**

El vértigo y las alteraciones del equilibrio representan un motivo de consulta frecuente, presentando a veces dificultades para orientar al paciente. Aunque la historia clínica nos conduce rápidamente a un diagnóstico de presunción, son las pruebas vestibulares las que nos corroboran y cuantifican el déficit existente en los sistemas sensoriales, vías de asociación y núcleos centrales encargados del control del equilibrio. Igualmente, las alteraciones encontradas en estas pruebas, con frecuencia nos dan indicios de patología neurológica, que nos permiten referir adecuadamente al paciente al Neurólogo para que, en base a estos hallazgos, pueda diagnosticarle.

En los últimos años la evolución de las pruebas vestibulares ha sido muy rápida. La incorporación de la informática a los aparatos de exploración y las cámaras de alta velocidad han revolucionado la exploración oculomotora y las plataformas posturográficas la evaluación del control estático y dinámico del equilibrio. Ya son historia, los registros que teníamos que realizar con plumillas de tinta y las dificultades de detección de los movimientos oculares con los electrodos de contacto que presentaban tantos problemas de impedancia e interferencias con los sistemas eléctricos circundantes a la sala de exploración, sin embargo tenemos que ser cautos con las nuevas pruebas que aparecen, pues por la dificultad inherente a la exploración vestibular, hace que a veces desaparezca rápidamente su validez.

La realización e interpretación de las pruebas vestibulares no es fácil y requiere dedicación y experiencia. Además es necesaria una estrecha colaboración con el personal técnico, que realiza la prueba, pues éste es el que nos puede informar sobre la actitud del paciente, su colaboración y posibles errores o resultados incongruentes de la misma, de gran importancia para la interpretación y validez de la exploración realizada.

Siguiendo la línea que implantamos en el Hospital Central de la Cruz Roja, gracias al apoyo del entonces Jefe de Servicio, Dr. Juan José Arístegui Carnés, continuada en el Hospital Universitario de Getafe desde su apertura, con la estimable colaboración y aportaciones de los médicos y enfermeras, que han pasado por la unidad de otoneurología, así como los que actualmente trabajan en la misma, queremos exponer en esta ponencia nuestra actual sistemática de exploración instrumental en el paciente con vértigo y alteraciones del equilibrio.

La ponencia pretende servir de ayuda al Médico o Técnico, que tiene que enfrentarse a la realización e interpretación de las pruebas vestibulares instrumentales. Dado que su objetivo principal es ser eminentemente práctico, las descripciones se ha hecho en referencia al instrumental, que actualmente dispone el servicio, explicando los parámetros fundamentales de todas las pruebas, que lógicamente no difieren sustancialmente de los distintos equipos que existen en el mercado. Para

su interpretación solamente serán necesarios pequeños conocimientos técnicos del equipo con el que estamos trabajando. Se aborda en ella la Videonistagmografía, Potenciales Evocados Vestibulares Miogénicos, Electrocoqueografía, el Test impulsivo cefálico, todos ellos ilustrados con casos clínicos, finalizando con una guía práctica, paso a paso de las pruebas que realiza el técnico.

Dr. RICARDO SANZ FERNÁNDEZ
Jefe de Servicio de Otorrinolaringología
Hospital Universitario de Getafe (Madrid)

El mantenimiento del tono postural, tanto estático como dinámico, es el resultado de múltiples interacciones entre el sistema propioceptivo profundo, visual y por supuesto el aparato vestibular. Dentro de la amplísima patología del equilibrio, al otorrinolaringólogo corresponde deslindar la responsabilidad del aparato vestibular, dentro de cuadros que a veces son complejos y dónde pueden intervenir elementos asociados de difícil valoración.

Aceptando que la anamnesis y la patocronia del proceso continúan siendo elementos seminales para el diagnóstico, también es cierto que en los casos más complejos para afinar el diagnóstico y en los simples para reafirmarlo, nuestros pacientes son prácticamente siempre sometidos a una batería de test instrumentales, de los que ésta obra da cumplida cuenta.

La exploración del nistagmus espontáneo, persecución ocular y movimientos sacádicos tienen un gran valor y en ocasiones sólo con ella se descarta una patología periférica. Las pruebas calóricas y rotatorias, que llevan más de 100 años en el “mercado” vestibular, siguen siendo de gran importancia y la potencia computacional moderna ha permitido valorar parámetros que hace unos años era necesario desentrañar de forma manual.

Frente a estas pruebas que valoraban la actividad vestibular en su conjunto o de un receptor frente al otro, va tomando cada vez más importancia la realización de potenciales evocados vestibulares o el HIT, que con la videonistagmografía cobra un nuevo valor y desde luego, la posturografía dinámica de la que cada día se sacan nuevas enseñanzas.

En definitiva, la patología vestibular es compleja, hay multitud de pruebas que pueden ser realizadas a cada paciente y la adecuación juiciosa entre anamnesis, exploración clínica y pruebas a realizar, es una prioridad que es necesario individualizar para cada enfermo concreto.

Identificar por otra parte qué pruebas están en vigor, cuales en retroceso y cuales van tomando carta de naturaleza en la exploración diaria, es de una importancia capital.

Creo que en este libro todos estos problemas se valoran de forma adecuada y creo también, que es un momento de cambios de algunos paradigmas que hacen que esta obra sea particularmente oportuna.

No quiero terminar sin felicitar a los autores por un trabajo que estoy seguro será muy útil para la mayoría de nosotros.

Fdo.: J. POCH BROTO
Catedrático de O.R.L -UCM
Presidente de la Real Academia Nacional de Medicina.

1

VIDEONISTAGMOGRAFÍA

Dr. Ricardo Sanz Fernández

Dr. Eduardo Martín Sanz

Dra. Christiane Zschaeck Luzardo

1.1. PRUEBAS VISO-OCULARES

- 1.1.1. Introducción
- 1.1.2. Fundamentos teóricos
- 1.1.3. Metodología de realización.
Valores de normalidad
- 1.1.4. Interpretación de resultados
- 1.1.5. Detección de artefactos
- 1.1.6. Indicación de la prueba
- 1.1.7. Casos clínicos

1.2 PRUEBA ROTATORIA

- 1.2.1. Introducción
- 1.2.2. Fundamentos teóricos
- 1.2.3. Metodología de realización.
Valores de normalidad
- 1.2.4. Interpretación de resultados
- 1.2.5. Detección de artefactos
- 1.2.6. Indicación de la prueba
- 1.2.7. Casos clínicos

1.3 PRUEBA CALÓRICA

- 1.3.1. Introducción
- 1.3.2. Fundamentos teóricos
- 1.3.3. Metodología de realización.
Valores de normalidad
- 1.3.4. Interpretación de resultados
- 1.3.5. Detección de artefactos
- 1.3.6. Indicación de la prueba
- 1.3.7. Casos clínicos

PRUEBAS VISO-OCULARES Dra. Christiane Zschaeck Luzardo

Introducción

En la evaluación del paciente mareado, las características de los movimientos oculares son la forma más directa de evaluar no sólo el sistema vestibular periférico, sino también las estructuras del sistema nervioso central, que controlan estos movimientos de forma independientemente al sistema vestibular.

En este sentido, existen varios sistemas que se pueden evaluar (con la cabeza sin movimiento). En este capítulo nos dedicaremos a 3:

- Sistema Sacádico o sistema oculomotor generador de los movimientos oculares rápidos, llamados sacadas, capaz de realizar un movimiento ocular único y rápido para mantener el objeto observado en la fóvea.
- Sistema de Seguimiento con la capacidad de mantener en la fóvea, un objeto que se mueve frente al paciente, mediante la realización de un movimiento suave y continuo
- Nistagmo Optokinético o nistagmo generado durante la visualización de un objeto en movimiento que ocupa el 80-90% del campo visual. Este movimiento ocular tiene la intención de mantener la visión clara, cuando la cabeza, el entorno o ambos se mueven a velocidad constante.

Fundamentos teóricos

El objetivo del sistema óculo-motor es mantener, mediante movimientos oculares (sacadas, seguimiento y nistagmo optokinético), el objeto observado en la fóvea, que es el área de mayor visión de la retina.

Sacadas

Se definen como movimientos rápidos que reposicionan el objeto observado en la fóvea. Se diferencian del resto de movimientos oculares por su gran aceleración inicial (que llega hasta 30.000 grados por segundo) acaban abruptamente, tienen una latencias de 200 milisegundos y su duración varía entre 50 y 100 milisegundos.

Para realizar el movimiento ocular, es necesario vencer la viscosidad de los tejidos blandos de la órbita y la resistencia elástica de la misma, que es responsable de llevar el ojo a su posición neutra. Esto es logrado mediante una **descarga fásica** de la actividad neural de los núcleos oculomotores (protuberancia), y una **descarga tónica**, que permite la contracción sostenida de la musculatura extra ocular involucrada en ese preciso movimiento. Es por esto que existe una inervación pulso-ono, donde el pulso se considera un comando de velocidad y el tono un comando de posición. El integrador neuronal (núcleo prepósito del hipogloso y núcleo vestibular medial), permite la coordinación entre estos comandos. Cuando éste falla, se genera lo que conocemos como nistagmo evocado por la mirada, donde el pulso dirige la mirada a una posición, fallando el tono, por lo que el ojo vuelve a su posición primaria, y al intentar recuperar la postura inicial, se genera una secuencia que produce el mencionado nistagmo. Finalmente en el cerebelo (floculo y para floculo) existen unas neuronas inhibitoras en ráfaga y de pausa, que permiten asegurar la correcta secuencia de los movimientos. El último nivel de control de las sacadas se encuentra en la corteza parieto occipital, lóbulo frontal, ganglios basales y colículo superior. A pesar de esta redundancia, todas estas vías eventualmente

pasan por el tronco cerebral y cerebelo, por lo que la alteración de las sacadas, usualmente se debe a la lesión de alguna de estas últimas estructuras o ambas.

Seguimiento

El seguimiento permite mover el ojo a la misma velocidad que el objetivo observado, de manera que éste se mantiene estable en la retina. Este movimiento depende de información visual, la predicción y de las eferencias del tronco cerebral y de vías centrales, pero a diferencia de las sacadas, no son tan robustas. Es afectado por múltiples factores, como la edad, y medicación sedante y su alteración no tiene gran significado clínico.

El seguimiento tiene dos componentes: el predictivo y el aleatorio. El primero es generado por la **corteza frontal** (en el campo visual frontal). El segundo es generado en la corteza occipito-parieto-temporal. Ambas vías convergen en el **tronco cerebral** (núcleo pontino dorsolateral), quien a su vez se proyecta en el **cerebelo** (flóculo, para-flóculo y úvula ventral) de forma cruzada. Estas áreas del cerebelo se proyecta ipsilateralmente en los **núcleos vestibulares** quien a su vez tiene proyecciones en el **núcleo del VI** par contralateral.

La lesión del floclulo y para-floclulo genera un seguimiento pobre, pero con preservación de la predicción del movimiento. La mayoría de los test de seguimiento valoran este último parámetro, por lo que las lesiones cerebelosas producen escasas alteraciones en esta prueba.

Nistagmo optokinético

Es una respuesta de seguimiento, donde el movimiento ocular se genera por el seguimiento de un campo visual y no de

un solo objetivo. Tiene un componente de seguimiento en dirección del movimiento del campo visual, con sacada de re fijación, cuando la mirada se hace ex-céntrica. La intención de este nistagmo es de estabilizar el campo visual.

El sustrato neurológico es similar al del seguimiento, pero al no requerir una buena visión, es mucho más robusto que el seguimiento, aunque en la vida diaria, donde la estimulación de la totalidad del campo visual es real, se activan otras vías como son las del núcleo del tracto óptico, que recibe señal del colículos superior con proyecciones al núcleo pontino.

Cuando en el laboratorio se logra realizar estímulos con un amplio campo visual, se activan también vías vestibulares, y esto se objetiva con el llamado "optokinetic after nystagmus (OKAN)", que es el nistagmo que persiste en la oscuridad 20 segundos después de desaparecer el estímulo.

Metodología

Sacadas

El paciente debe estar sentado, explicándole que no debe mover la cabeza, únicamente la mirada, y en total oscuridad. En la VNG se proyectan puntos, que el paciente debe observar alternativamente. Si el paciente mueve la cabeza, aparecerán sacadas de baja amplitud o hipométricas.

Existen dos patrones de presentación del estímulo: Fijo y aleatorio.

En el estímulo fijo, el desplazamiento entre los puntos es idéntico, alternativo de izquierda a derecha y de 20° de amplitud y con un intervalo intersacádico de 2,5 segundos.

El estímulo aleatorio, usado habitualmente en el equipo de VNG, se presenta en direcciones alternativas tanto en el plano horizontal como vertical, siendo

la amplitud entre 6-32 grados, con un intervalo entre los estímulos, que va entre 1 y 2,5 segundos. Como mencionamos anteriormente, esta exploración nos aporta información de la vía oculomotora central, siendo el sustrato neurológico distinto a las sacadas predecibles, que se producen con el estímulo fijo. Con este sistema de registro, es preferible el registro ocular individual de ambos ojos, para así poder reconocer alteraciones que ocasionan movimientos no conjugados de los ojos, como en la oftalmología internuclear.

Seguimiento

Al igual que la prueba anterior el paciente debe estar cómodamente sentado, sin mover la cabeza y en una habitación oscura.

Se le explica al sujeto que debe seguir con la vista un punto que se desplaza ante él, que en el caso de la VNG se proyecta en una pantalla. Este describe un movimiento sinusoidal o triangular.

En esta prueba es de especial importancia evitar la predicción del movimiento. Por esta razón se han diseñado pruebas como la suma de sinusoides o la presentación aleatoria de diferentes sinusoides a distintas frecuencias. La velocidad del desplazamiento está entre 20°s^{-1} - 40°s^{-1} y la frecuencia del movimiento esta entre 0.2-0.4 Hz. El registro se puede hacer binocular o monocular.

Para pacientes que no toleren este estímulo, existe la alternativa de realizar un protocolo con estímulo a velocidad fija. Aquí el objetivo se presenta a una velocidad entre 20-40 grados por segundo, y aparece primero de izquierda a derecha con varias repeticiones, cambiando luego a la dirección contraria. Es importante saber que como el objetivo para abruptamente y reaparece, el seguimiento es menos suave, apareciendo

un movimiento sacádico para encontrar nuevamente el objetivo. Se evalúa la ganancia (velocidad del ojo dividida por la velocidad del objetivo)

Lo importante de esta prueba es tener datos normalizados según la edad ya que los cambios en el seguimiento se comienzan a registrar entre la 3^{ra} y 4^{ta} década de la vida con cambios en la ganancia y en la fase. Estos valores aumentan la especificidad del test.

Nistagmo Optokinético

Como mencionamos previamente el objetivo del nistagmo optokinético (OKN) es mantener la visión clara cuando la cabeza o el entorno se mantienen en constante movimiento o cuando ambas se mueven a velocidad constante, pero desiguales, no siendo capaz el sistema del VOR de mantener la imagen nítida en la retina. Este sistema se activa cuando el movimiento es a bajas frecuencias o a velocidad constante, y genera una respuesta nistágmica, donde la fase lenta sigue la dirección y velocidad del estímulo (velocidad no mayor de 50°s^{-1}) y la rápida en dirección contraria. En la estimulación del plano horizontal, las fases rápidas son generadas por el sistema sacádico del VOR y con una periodicidad característica.

Es importante tomar en cuenta que el nistagmo es una combinación del seguimiento visual producido por el estímulo y el OKN. Para evitar la influencia del seguimiento, el estímulo debe mantenerse más de 30 segundos. Cuando el estímulo cesa, el sistema de seguimiento no tiene más influencia, apareciendo en los siguientes 20 segundos el nistagmo post optokinético (*optokinetic after nistagmus*), que es un resultado directo de la activación del sistema optokinético puramente, en las áreas del tronco cerebral de almacenamiento de la veloci-

dad, el mismo mecanismo que explica la constante de tiempo que posteriormente se desarrollará en el capítulo de pruebas rotatorias.

Para realizar la prueba, el paciente debe estar sentado en una habitación oscura.

El estímulo visual debe abarcar al menos 45 grados del campo visual, sugiriendo algunos autores que inclusive debe cubrir el 90% del mismo.

Existen varios protocolos para generar el estímulo:

1. Tambor cilíndrico de barras verticales blancas y negras que giran alrededor del paciente a una velocidad determinada, con un ancho de banda de 5° de ángulo.

2. Proyector luminoso, que proyecta la imagen en una superficie plana.

3. Sistema de luces donde el estímulo visual rodea por completo al paciente, como por ejemplo con el paciente sentado en una silla rotatoria y una luz en el techo justo encima de él que genere el estímulo.

Las instrucciones que se le dan al paciente deben ser muy claras: debe tener la mirada en el centro e intentar contar el objetivo visual (rayas, puntos etc.) en

la medida que pasan, sin seguirlas. Si el paciente sigue los objetivos hasta que salen del campo visual, se genera un nistagmo de extrema mirada, artefactando la fase de seguimiento de este estímulo.

La velocidad de estimulación va de 20 a 60 grados/seg. La dirección del estímulo se realiza a ambos lados del plano horizontal. La estimulación se hace a varias velocidades, esperando que la ganancia de la velocidad del ojo (máxima velocidad del ojo dividido por la velocidad del estímulo) disminuya en la medida que la velocidad del estímulo aumenta.

El nistagmo generado tiene una velocidad idéntica a ambos lados, con una preponderancia direccional entre 0 y 0,02 a estímulos de 10°s⁻¹ y 40°s⁻¹ respectivamente. Los valores de normalidad de la preponderancia están entre -10 y +8.5 y está en relación con la edad.

Interpretación de la prueba

Sacadas

Parámetro de estudio: Los parámetros se clasifican en cualitativos (Fig. 1 y 2) y cuantitativos.

Figura 1. Características de las sacadas: la amplitud de la sacada debe ser similar a la amplitud del estímulo.

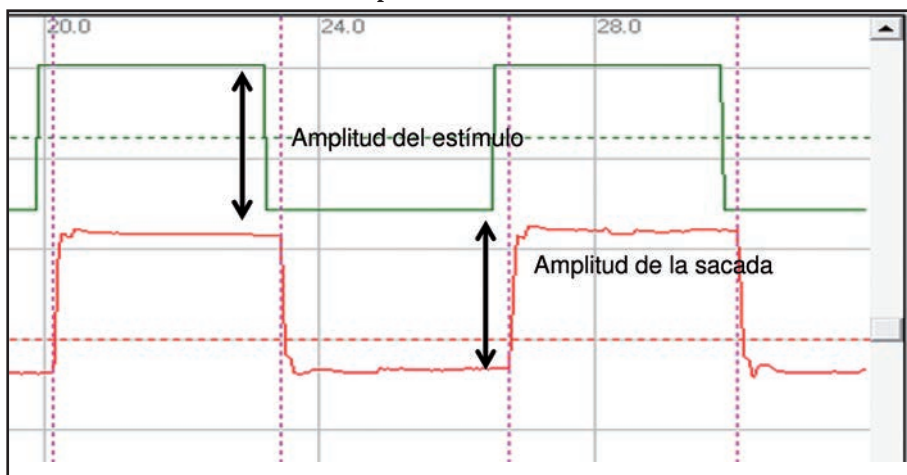
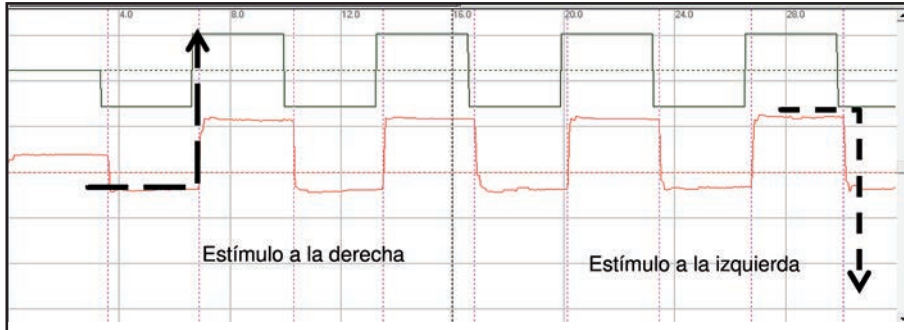


Figura 2. Características de sacadas: el desplazamiento hacia la derecha es un estímulo hacia arriba, mientras que el estímulo a la izquierda es un estímulo hacia abajo.



Los cualitativos se refieren a la morfología del movimiento. Los cuantitativos miden las características neurofisiológicas del movimiento: latencia, precisión y velocidad.

Cuando el registro se hace mediante VNG, se puede registrar ambos ojos por separado, observando así si existen movimientos no conjugados o una respuesta nistágmica en caso de mirada extrema, como podría ser un nistagmo evocado por la mirada (Fig. 3). Idealmente se debería realizar un registro para cada ojo, pero este software es costoso y no todos los laboratorios vestibulares cuentan con ello.

En cuanto al registro cuantitativo encontramos: (Baloh RW et al 1975) (Fig. 4).

Precisión: Es un valor porcentual, que relaciona la amplitud del movimiento ocular realizado con respecto a la del estímulo. La sacada es **hipométrica** si está por debajo del 90% exigido, **normométrica** si esta entre el 90-110% e **hipermétrica** si es superior al 110%. Cuando el sujeto esta fatigado o con falta de atención puede producirse una mezcla de hiper e hipometria que se denomina **Hipermetría dinámica**.

Velocidad: describe la velocidad máxima del ojo desde el punto inicial hasta la localización del nuevo objetivo y se mide en grados por segundos. Si este dato se relaciona con la amplitud o con la precisión, se obtiene el valor de secuencia, que sigue una relación, en la que la velocidad máxima (700°s^{-1} aproximadamente) presenta una clara divergencia de la linealidad de acuer-

Figura 3. Superposición de un nistagmo evocado por la mirada bilateral, asociado a parpadeos.

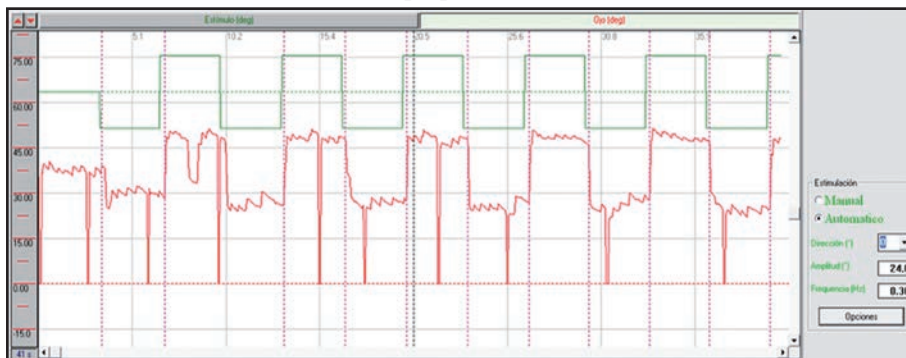
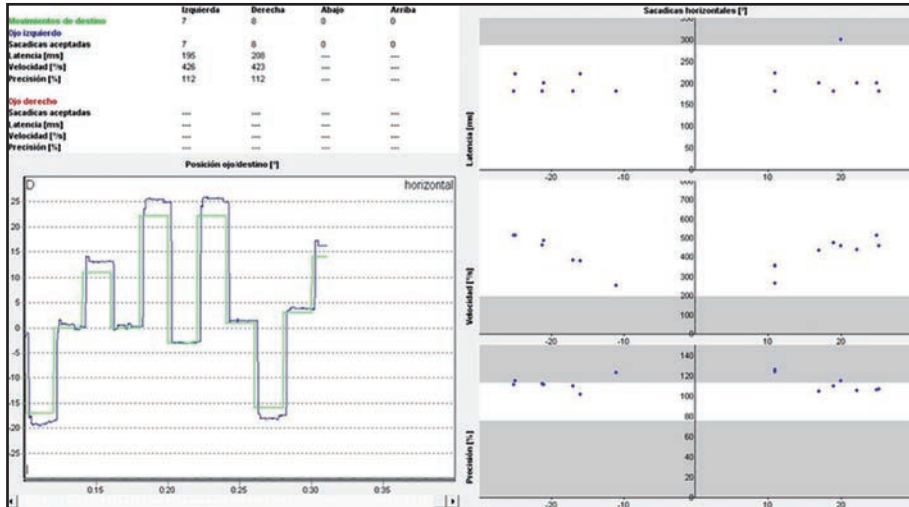


Figura 4. Sacadas aleatorias en un caso de un registro normal. Parámetros cuantitativos de las sacadas: latencia: en milisegundos, velocidad: en grados por segundo y precisión en %. Visualmente el rango patológico está dentro del sombreado.

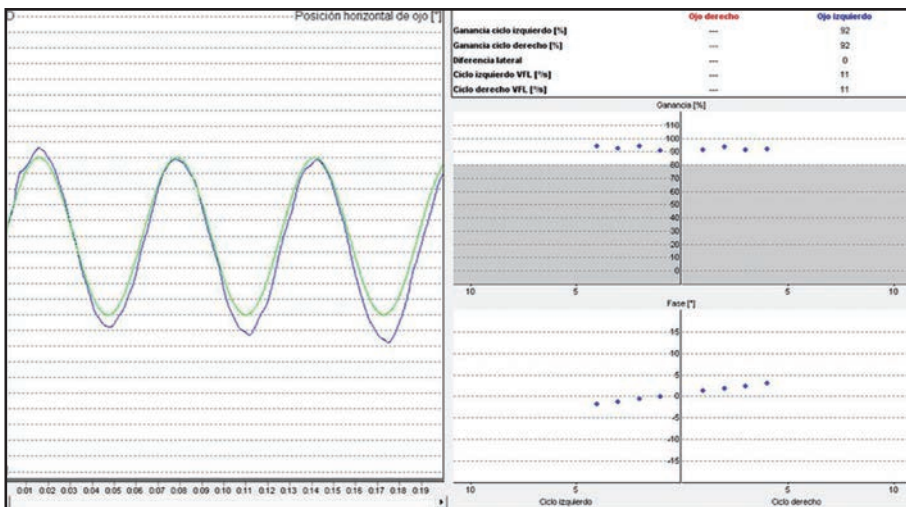


do a una ecuación exponencial, en la que es fácil predecir la relación amplitud-velocidad media. (Pérez Fernández N et al 2009)
Latencia: es el tiempo de reacción en milisegundos desde que aparece el estímulo hasta que inicia la respuesta ocular.

Seguimiento

Se clasifican en cualitativos y cuantitativos. (Fig. 5).
 Cualitativos: de gran utilidad clínica. Se evalúa el aspecto del senoide,

Figura 5. Seguimiento normal donde se pueden evaluar las características del senoide, la ganancia (que debe tender a 1: en este caso es de 92) y la fase del movimiento tanto al lado izquierdo como al lado derecho. En este ejemplo solo se ha realizado un registro mono ocular (ojo izquierdo).



siendo la representación gráfica lo más similar posible a la representación del estímulo.

Cuantitativos: evalúan la relación entre el estímulo y la respuesta, en cuanto a velocidad, aceleración y amplitud del movimiento.

La **ganancia**, que es la relación entre la velocidad máxima ocular y la del estímulo (que en condiciones óptimas debe ser 1), nos da una medida indirecta de la morfología del senoide. Ésta está disminuida cuando aparecen movimientos sacádicos. Al compararse los valores de las ganancias o velocidad máxima de movimiento, entre un lado y el otro evaluamos la **simetría** del movimiento.

La **fase**, es la medida de lo que el ojo se retrasa con respecto al movimiento del objetivo y lo normal es que el ojo esté en fase con respecto al objetivo.

La **distorsión armónica total**, es un valor cualitativo de la fiabilidad de la respuesta. Este valor se obtiene mediante un análisis Fourier de la senoide (el movimiento ocular es descompuesto en sus primeros 5 armónicos, divididos por la suma de éstos y el del fundamental) (Pérez Fernández N et al 2009)

Nistagmo Optokinético

Esta prueba es un complemento para el análisis del seguimiento lento. Las alteraciones que en ella se encuentren deben ser armónicas con las alteraciones encontradas en los datos del seguimiento lento, ya que ambas comparten parte de la vía anatómica para su generación. Para ello comparamos la velocidad de las ganancias del seguimiento lento y del OKN. Cuando solo están afectadas las ganancias en el OKN, estas se deben más probablemente a una hipofunción unilateral descompensada, donde el nistagmo espontáneo genera una asimetría en el lado contrario de la hipofunción.

Otra causa es la alteración en la vía visual incluyendo la alteración ocular propiamente.

Para el análisis nos debemos fijar en la morfología del trazado y en la simetría de las velocidades obtenidas a cada lado, en todas las velocidades de estimulación. (Fig. 6).

Cuantitativamente se puede calcular la preponderancia direccional del movimiento a uno u otro lado, en base a la velocidad media de la fase lenta (VFLm). Este cálculo se realiza en cada una de las estimulaciones.

$$[\text{VFLm izda} - \text{VFLm dcha}] / \text{Suma de ambas VFLm} \times 100 = \text{PD} \%$$

Otros parámetros a analizar son:

- Retraso de fase del OKN.
- Constante de tiempo al inicio o final de la estimulación que refleja la función del sistema de almacenamiento de la velocidad en el tronco cerebral.
- Dirección, ganancia y asimetría del post OKN, que también refleja el sistema de almacenamiento de la velocidad.
- Interferencias del reflejo vestibulo ocular y la fijación visual.

Valores de normalidad

Sacadas

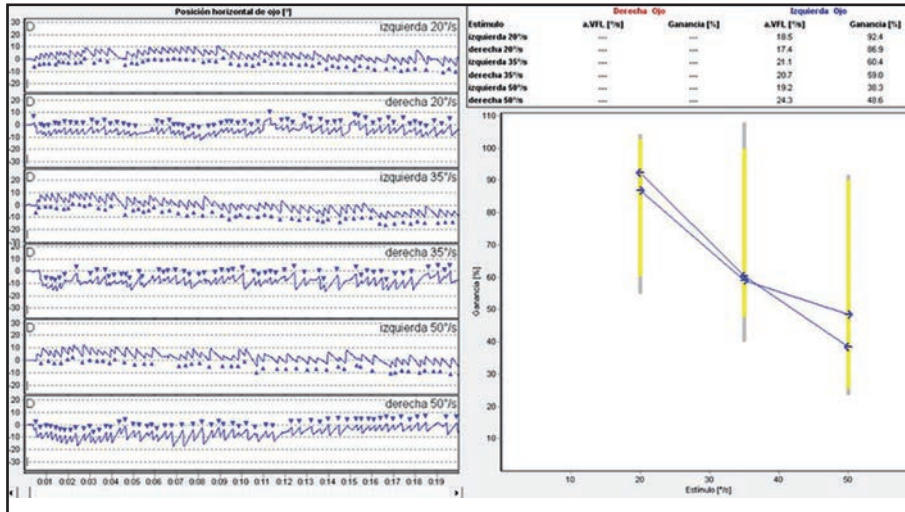
Valores normales:

Éstos están en función de la población normal y del grupo etario y de las condiciones de estudio. Cada laboratorio debe obtener sus parámetros de normalidad según grupo etario valorando latencia y precisión del movimiento.

Seguimiento

En esta prueba, la edad es el factor de corrección más importante a tomar en cuenta cuando se habla de valores normales.

Figura 6. Optokinético normal: ganancias simétricas a las distintas frecuencias de estimulación. En la medida que la frecuencia de estimulación va aumentando las ganancias disminuyen. Estas ganancias deben ser simétricas. En este ejemplo el patrón de normalidad se encuentra visualmente en el sombreado amarillo incluyendo los extremos grises. Todo lo que sobresalga de esto se encuentra en rango patológico.



Podemos evaluar el senoide desde el punto de vista cualitativo o cuantitativo como mencionamos anteriormente.

Desde el punto de vista cualitativo, cualquier respuesta distinta a un senoide limpio debe considerarse patológica.

Desde el punto de vista cuantitativo, sólo se considera que el registro es evaluable, cuando la distorsión armónica es inferior al 15%, dependiendo la ganancia y la simetría de la frecuencia y velocidad del estímulo.

Si el aspecto de la respuesta es normal, se valoran los datos de ganancia y simetría, y si estos están normales a más de una frecuencia y velocidad de estimulación se considera que el registro es normal.

Nistagmo Optokinético

Las ganancias del OKN decaen con la edad, similar a lo que sucede con el seguimiento y se estabiliza a partir de los 75 años.

El nistagmo generado tiene una velocidad idéntica a ambos lados, con una preponderancia direccional entre 0 y 0,02 a estímulos de $10^{\circ}/s^{-1}$ y $40^{\circ}/s^{-1}$ respectivamente. Los valores de normalidad de la preponderancia están entre -10 y +8.5 y está en relación con la edad.

Errores y artefactos

Sacadas

Antes de evaluar el registro y sus parámetros, debe corroborarse que la prueba se ha realizado correctamente ya que los resultados pueden estar alterados por medicación sedante, nerviosismo, alerta, movimiento cefálico así como postura del paciente.

Uno de los errores más frecuentes es el movimiento de la cabeza asociado al movimiento ocular para la búsqueda del objetivo, dando lugar a sacadas de aspecto hipométrico.

Otra causa de hipometría, es la falta

de atención durante la realización de la prueba. (Fig. 7). Es habitual encontrar en estos pacientes registros que alternen ciclos bien realizados con otros artefactados. Los fármacos alteran la capacidad de inicio de la sacada, no siendo predecible este patrón fácilmente. Entre ellos se encuentran los antiepilépticos como, fenitoina, carbamacepina, los barbitúricos, anti-histaminicos, tranquilizantes y el alcohol.

La interpretación puede estar afectada por la superposición de un nistagmo evocado por la mirada o congénito, durante el desarrollo de las sacadas.

Seguimiento

Los artefactos en esta prueba son frecuentes. Por esta razón debe explicarse muy bien la prueba e inclusive realizar un pequeño entrenamiento antes de iniciar el registro.

Artefactos como el parpadeo, la falta de atención (si el paciente tiene poco interés puede realizar movimientos imprecisos) y el movimiento cefálico. A esto puede superponerse un nistagmo de mirada extrema o un nistagmo congénito.

En el caso de un registro patológico deben conocerse las condiciones en las que se realizó la prueba.

Optokinético

Los errores más frecuentes generados en esta prueba se deben a falta de entendimiento de la misma, donde el paciente sigue con la vista el movimiento del estímulo. Esto es fácil de detectar con el sistema de VNG ya que el explorador está viendo el movimiento ocular que realiza el paciente, corrigiéndolo en el momento.

Otras causas son la somnolencia, sedación, alteraciones en la movilidad ocular entre otras.

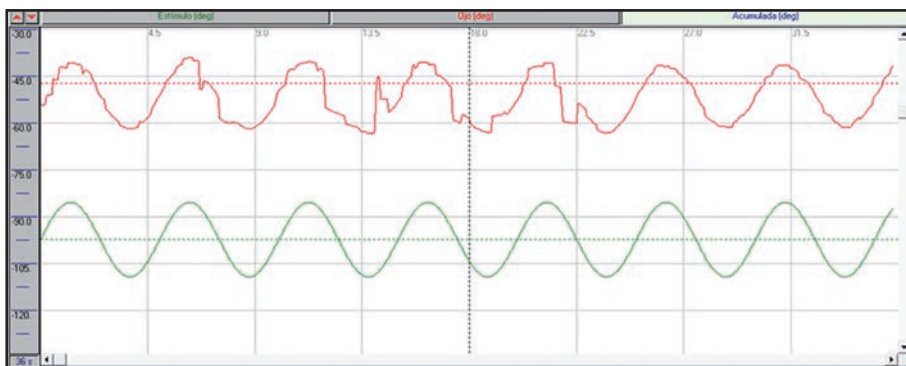
Interpretación de los resultados

Sacadas

El análisis de los resultados se hace de forma cualitativa y cuantitativa. Una alteración de las sacadas nunca será por patología del sistema nervioso periférico.

Para el análisis cualitativo, es útil la clasificación de Bahill y Troost, presentada en 1979. Estos las clasifican en normométrica y dismétrica. De acuerdo al número de movimientos de corrección si se hacen en un solo movimiento se denomina “single step” (sacada hipométrica lenta, glisádicas e hipermétricas glisádicas y si se hacen en múltiples movimientos se llaman “multiple step” (correctiva, cercana y superpuestas).

Figura 7. Falta de atención durante la realización de la prueba.



Las sacadas dismétricas se denominan “intrusiones sacádicas” que son sacadas que interfieren con la fijación visual de un objeto de interés. Éstas son:

- Ondas cuadradas: movimiento sacádico involuntario que desplazan el ojo y lo llevan nuevamente al objetivo visual, con un intervalo intersacádico normal de entre 130-200 milisegundos. Son patológicas cuando están entre 1-5°/seg (Fig. 8 y 9).
- Macro ondas cuadradas: amplitud de las ondas entre 5 y 40°/seg, con intervalo intersacádico de 100 milisegundos. Se han observado en atro-

fia olivopontocerebelosa y esclerosis múltiple.

- Oscilación macrosacádica: movimiento ocular alrededor del punto de fijación visual con un intervalo intersacádico de 200 milisegundos.
- Flutter ocular: oscilación intermitente de ambos ojos de alta frecuencia y baja amplitud interrumpiendo el proceso de fijación de la imagen. Es característico de lesiones de tronco cerebral.
- Opsoclonus (movimiento conjugado multidireccional, rápido e impredecible sin intervalos sacádicos entre ellos.

Figura 8. Sacadas hipométricas, con superposición de movimiento ocular espontaneo: ondas cuadradas.

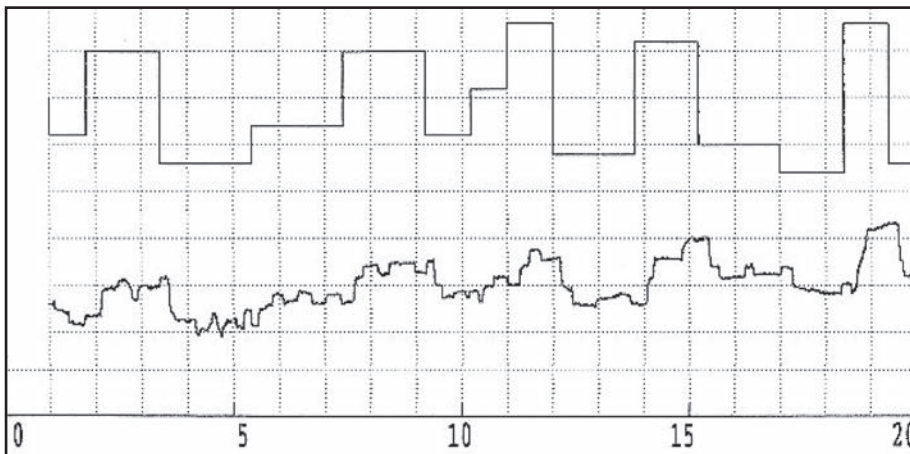
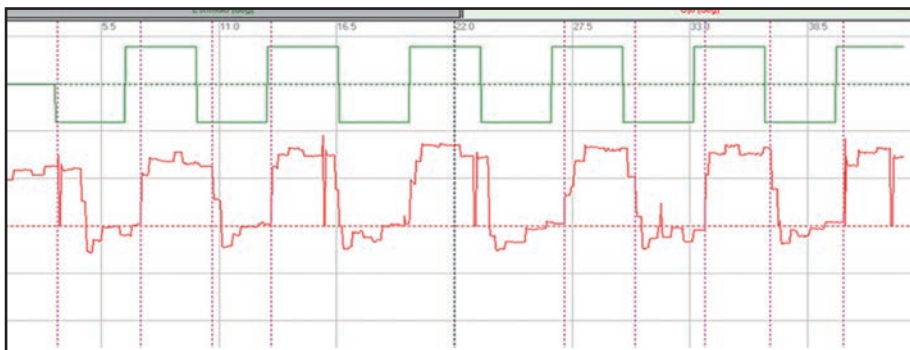


Figura 9. Sacadas normométricas con superposición de ondas cuadradas microsacádicas.



Pueden presentar muy baja amplitud. Están presentes en patología de tronco cerebral, encefalitis, esclerosis múltiple, toxinas, o efectos secundarios de medicación).

- Sacada dismétrica unilateral: por lesión del ángulo pontocerebeloso.

Las alteraciones cuantitativas se clasifican según se encuentran alteradas la latencia, la velocidad y la precisión.

Latencia

Aumentada: la somnolencia, medicación sedante y falta de atención son los elementos que más pueden aumentar la latencia (estos tres factores también pueden afectar la precisión y velocidad pero en menor medida).

- Ambos ojos con estímulo aleatorio: se produce en pacientes fatigados, bajo medicación sedante, déficit visual severo u ambliopía.
- Ambos ojos con estímulo fijo: afectación de ganglios basales (pudiendo ser normal la respuesta ante estímulo aleatorio). Enfermedad de Parkinson: pueden producir un aumento de la latencia, denominado aquinesia sacádica, una disminución de la velocidad (por la defectuosa activación de los agonistas antagonistas) y la presencia de sacadas hipométricas, por activación errónea de las células de pausa.

Disminuida: muy inusual y básicamente en pacientes que se adelantan al objetivo, por lo que se les debe explicar nuevamente la prueba.

Velocidad

Disminuida o enlentecimiento sacadico.

- Ambos ojos, en todas las direcciones y sin restricción de la motilidad ocular:
 - Cansancio, somnolencia.

– En el movimiento horizontal: alteración de la formación reticular parapontina (PPRF).

– En el movimiento vertical: alteración del núcleo intersticial rostral del fascículo longitudinamente medial (RIMLF).

– Alteración a nivel cerebeloso, colículos superiores y hemisferios cerebrales.

- Uno de los dos ojos en una dirección determinada:

– En el movimiento horizontal: alteración de la PPRF.

– En el movimiento vertical: alteración del RIMLF.

– Para el movimiento horizontal sólo en aducción (mono o binocular): alteración del RIMLF en el lado del enlentecimiento (oftalmoplejía internuclear).

– Alteración de los pares III, IV, VI o alteración muscular propiamente dicha.

Aumentada

– Miastenia gravis ocular en fases tardías.

– Compresión en globo ocular que limita la movilidad (trauma, LOE).

Precisión

- **Hipométrica:**

– Pueden producirse por fatiga, medicación o somnolencia.

– Bilateral: lesión del vermis cerebeloso.

– Unilateral: lesión del mismo lado del cerebelo o tronco cerebral.

– Lesión a nivel de las neuronas fásicas de la formación reticular pontina paramediana (FRPP o PPRF).

• **Hipermétrica**

- Bilaterales: núcleo fastigio.
- Alteración cerebelosa.
- Ipsipulsión (sacadas hipermétricas hacia el lado lesionado e hipométricas hacia el lado sano) ej.: síndrome de Wallenberg (infarto medular dorso lateral).

Seguimiento

Como mencionamos anteriormente, el seguimiento se produce involucrando a una gran cantidad de estructuras del córtex cerebral con sus respectivas proyecciones a nivel del cerebelo y protuberancia. La alteración de esta prueba no tiene poder localizador pero si es sugestivo de centralidad.

Insistimos en la importancia de que el paciente entienda en que consiste la prueba, y que tipo de medicación está tomando (anti epilépticos, sedantes SNC) y la presencia de un nistagmo congénito o evocado por la mirada, ya que todos estos hechos hacen perder validez a la prueba y hacer difícil su interpretación.

Las alteraciones del seguimiento, según la clasificación de Corvera son las siguientes: (Covera et al 1978.)

- **Sacádico:** (III) el seguimiento es sinusoidal pero con intrusiones sacádicas. Estas sacadas pueden ser en

dirección al movimiento realizado (IIIa: patrón en escalera (Fig. 10)) o en dirección contraria (IIIb: dientes de sierra (Fig. 11)), siendo el patrón más frecuentemente encontrado en la clínica.

- **Atáxico:** IIIc: movimientos de gran amplitud, arrítmico, que parecen conformar un ciclo pero sin la forma de un senoide (Fig. 12).
- **Abolido:** movimiento sacádico en dirección a cada lado de la mirada sin forma sinusoidal.
- **Otros:** Interrupción del senoide por aparición de un nistagmo congénito, fluter ocular o mioclonía ocular.
- **Formas mixtas.**

En cuanto a la evaluación de la fase, es frecuente observar un adelanto de fase, y se debe básicamente a que el paciente no ha entendido la prueba, adelantándose al objetivo. En el caso del retraso de la misma, si se mantiene a pesar de varias repeticiones de la prueba, y con valores de la ganancia normales, se debe considerar este hallazgo sugestivo de centralidad.

Nistagmo Optokinético

Como mencionamos previamente, este sistema comparte vías anatómicas con el sistema de seguimiento. Por esta razón,

Figura 10. Seguimiento con patrón en escalera.

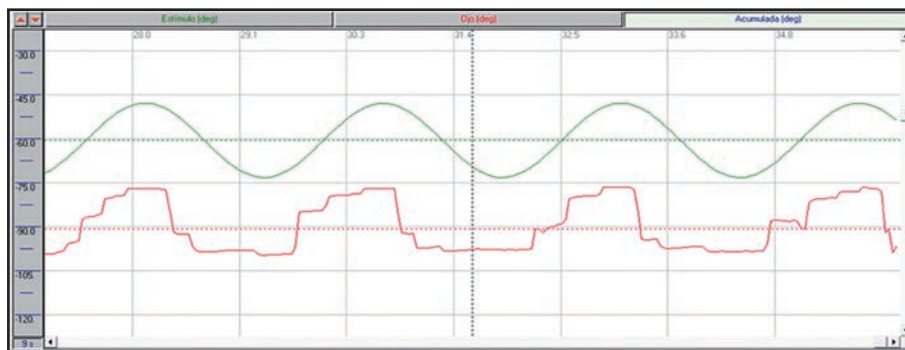


Figura 11. Seguimiento en rueda dentada asimétrico.

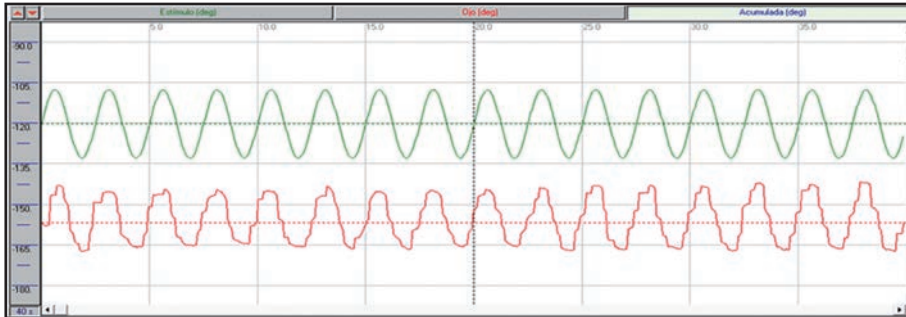
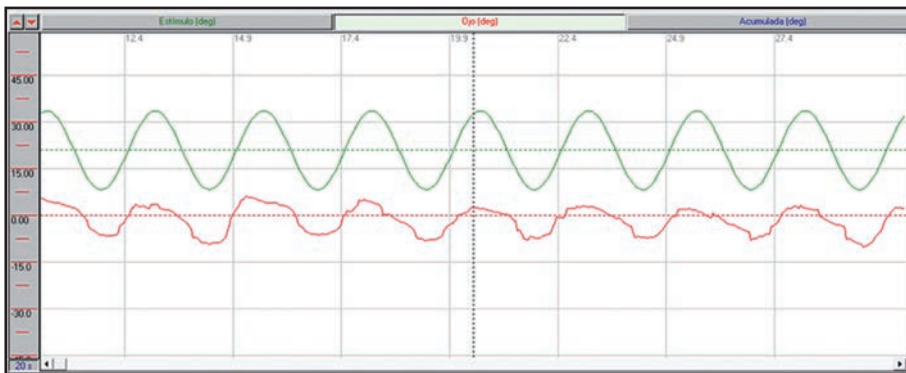


Figura 12. Seguimiento atáxico, errático y desconjugado.



los hallazgos en cuanto a la velocidad de la ganancia, deben ser congruentes con los encontrados durante la evaluación del seguimiento, para sugerir patología del sistema nervioso central. Es por estas razones expuestas que el OKN es una prueba poco sensible para el diagnóstico de este tipo de patología y dentro de las pruebas viso-oculares es la de menor utilidad clínica topográfica. Puede utilizarse para la complementar del test de seguimiento lento en niños, ya que este es difícil de realizar en niños. También es de utilidad para evaluar adultos con una alteración importante en el seguimiento, y si coinciden, confirman que la alteración del mismo es sugestiva de centralidad. Finalmente en aquellos pacientes que les generan muchas nauseas la realización del seguimiento lento, se puede realizar el OKN con un objetivo

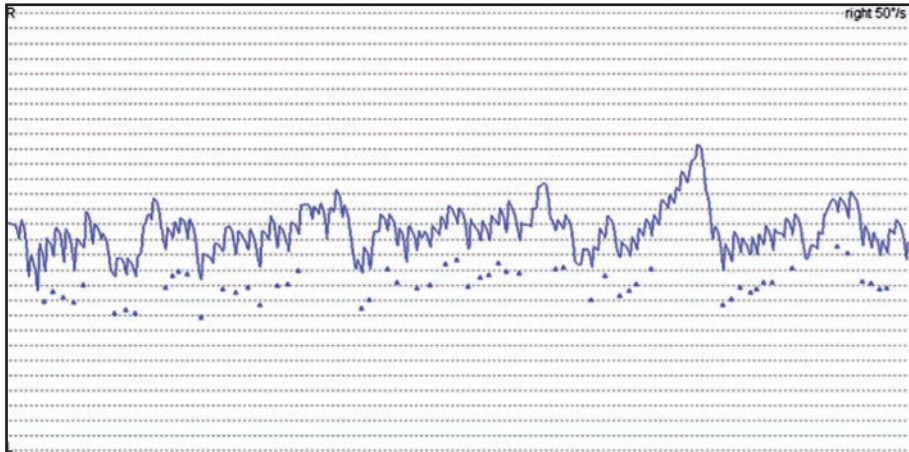
pequeño y a una velocidad fija, para así aproximar lo que se obtendría en el seguimiento.

Podemos encontrar una respuesta baja de forma bilateral, una asimetría (por un trazado malformado o por ganancias desiguales) y una inversión del nistagmo, característica en los casos de nistagmo congénito.

La inversión del nistagmo optoquinético puede suponer un dato relevante para el clínico porque es una de las características diferenciadoras entre un nistagmo pendular adquirido (que no se invierte con la estimulación OKN) y uno congénito como el que se representa en la Fig. 13.

La asimetría aislada puede deberse a una lesión cerebral hemisférica, donde el OKN predominante señala el lado sano o a una hipofunción vestibular peri-

Figura 13. Estímulo OKN a la derecha a 50 °/seg. En este registro apreciamos como aparece un nistagmo opuesto al que cabría esperar (nistagmo pendular derecho).



férica descompensada, donde el nistagmo espontaneo genera dicha asimetría, que es un artefacto. Cuando encontramos una asimetría y depresión bilateral,

esta puede deberse a una lesión del tronco cerebral, pero es importante descartar falta de atención, uso de medicación sedante, alteración visual. ■

Puntos clave

- Las pruebas viso-oculares nos permiten evaluar una parte del sistema nervioso central, pero están supeditadas a elementos de error frecuentes, que le restan validez como: medicación sedante, nerviosismo, alerta, movimiento cefálico así como postura del paciente.
- Las Sacadas son movimientos oculares únicos y rápidos para mantener el objeto observado en la fóvea.
- El Seguimiento ocular mantiene en la fóvea, un objeto que se mueve frente al paciente, mediante la realización de un movimiento suave y continuo.
- El Nistagmo optokinético, es un nistagmo, generado durante la visualización de un objeto en movimiento que ocupa el 80-90% del campo visual. Este movimiento ocular tiene la intención de mantener la visión clara, cuando la cabeza, el entorno o ambos se mueven a velocidad constante. Su interpretación debe estar en concordancia con los resultados de la prueba de seguimiento, ya que es un complemento de esta última.
- Las alteraciones viso-oculares orientan a un cuadro central, aunque, dado que con frecuencia son inespecíficas, su valor real debe ser contextualizado con la clínica y exploración de cada paciente.

Bibliografía recomendada

1. Baloh RW, Sills A, Kumley WE, Honrubia V. Neurology 1975;1065-70
2. Corvera J, ed. Neurología clínica. México: Salvat Mexicana. 1978.
3. Jacobson GP and Shepard N. Balance and function assessment and management. San Diego Plural publishing Inc. 2008 13-26
4. Pastor JB, Pérez Fernández N: El sistema vestibular y sus alteraciones. Barcelona, editorial Masson 1998:157-180
5. Pérez Fernández N. Atlas de pruebas vestibulares para especialistas en otorrinolaringología. Profármaco.2 Barcelona 2009:24-30

PRUEBA ROTATORIA

Dr. Ricardo Sanz Fernández

Introducción

El hombre es capaz de tener conciencia de su posición en el espacio, determinar su posición con respecto a otros objetos y moverse en el entorno controlando su equilibrio y visualizando el entorno con claridad.

La prueba vestibular rotatoria es un método diagnóstico de la función vestibular dinámica, en relación a los movimientos angulares de la cabeza. Su objetivo es estimular simétricamente los receptores sensoriales de ambos oídos, localizados en los canales semicirculares, mediante un conjunto de giros, que realiza el sillón rotatorio, y registrar su respuesta ocular refleja (reflejo vestibulo-ocular) pudiendo de este modo objetivar la respuesta normal o alterada de los receptores vestibulares a las aceleraciones angulares.

La prueba rotatoria fue ideada a principios del siglo XX (1907), por el médico austriaco Robert Barany quien en 1914 obtuvo el premio Nobel por su extenso trabajo en la fisiología y patología del aparato vestibular.

El sillón rotatorio ideado por Barany, con el que manualmente realizaba 10 giros en 20 segundos en sentido horario y después otros giros en sentido antihorario, permitía tras una brusca parada, cuantificar en segundos, mediante observación visual directa, el nistagmo post-rotatorio generado por el estímulo del conducto semicircular horizontal.

Posteriormente, con el fin de poder cuantificar la respuesta de los movimientos oculares reflejos, se adaptaron al análisis de los movimientos oculares, los conceptos sobre el potencial corneo-retiniano, que logra, mediante unos electrodos en la periferia de las orbitas,

registrar y analizar los movimientos oculares. Esta forma de registro, denominada electronistagrafía, ha permitido durante décadas la evaluación de los nistagmos, que aparecen tras el estímulo rotatorio.

Actualmente con la aparición de las cámaras infrarrojas de alta velocidad y el análisis computarizado, podemos analizar mas fácilmente los movimientos oculares.

Fundamentos teóricos

Las pruebas rotatorias se basan en la disposición anatómica de los receptores sensoriales, la dinámica de los fluidos laberínticos y los movimientos oculares reflejos, generados por las aceleraciones angulares.

Anatomofisiología del laberinto vestibular

Los receptores sensoriales del oído se encuentran alojados dentro del laberinto membranoso cócleo-vestibular, formado por cavidades y conductos intercomunicados y rellenos de un líquido denominado endolinfa, que a su vez se alojan en el interior del laberinto óseo. Ambos laberintos, membranoso y óseo, están separados por la perilinfa, líquido cuya función es amortiguar los efectos de traumas craneales exteriores o los producidos por movimientos bruscos de la cabeza sobre los receptores localizados en el laberinto.

Dentro de la parte vestibular del laberinto membranoso, se localizan los receptores sensoriales vestibulares: a nivel del utrículo y sáculo para las aceleraciones lineales y en los conductos semicirculares para las aceleraciones angulares, siendo estos últimos los que serán estimulados durante las pruebas rotatorias.

Los conductos semicirculares, orientados en los tres planos del espacio, desem-

bocan en el utrículo y tienen un extremo ampular y otro no ampular, siendo el primero o ampolla donde se encuentran unas estructuras denominadas crestas, portadoras del neuroepitelio sensorial

La cresta ampular se dispone perpendicularmente al eje de su canal y está constituida por células neuroepiteliales pilosas, que presentan un cilio mas grande o Kinocilio y otros mas pequeños o Esterocilios, dispuestos de tal modo que el primero se orienta hacia el utrículo en los canales horizontales y hacia el canal en los conductos verticales. Esta disposición tiene una gran trascendencia pues, según la segunda ley de Ewald, las descargas neurales tónicas de estas células, varía según el Kinocilio, se desplace hacia el utrículo o se aleje del mismo. Los desplazamientos hacia el utrículo, en los canales horizontales, aumentan las descargas (excitación) y su alejamiento disminuyen las descargas (inhibición), mientras que en los canales verticales

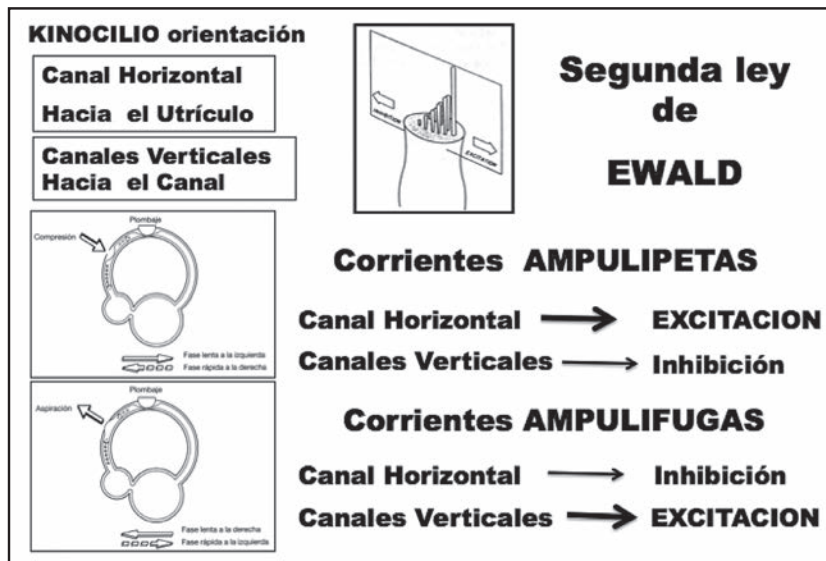
se producen fenómenos inversos; desplazamientos ampulípetos inhibición y ampulífugos excitación (Fig. 1).

Sobre la superficie de la cresta y envolviendo las células pilosas se implanta la cúpula, masa gelatinosa que contacta periféricamente en toda su superficie con las paredes de la ampolla del conducto semicircular, cerrándola herméticamente. Este hecho condiciona la existencia de un acoplamiento mecánico entre cúpula y endolinfa del conducto semicircular membranoso de gran trascendencia funcional para la detección de las aceleraciones angulares, que representan el estímulo adecuado para los receptores sensoriales de los conductos.

Dinámica de los fluidos

La endolinfa desempeña un papel de primera magnitud en la creación de corrientes endolinfáticas de inercia, siendo estas el único fenómeno físico capaz

Figura 1. Variaciones de la actividad tónica de las células de la cúpula de los conductos semicirculares según el desplazamiento de las mismas y de acuerdo a la segunda ley de Ewald



de conducir a la inclinación de la cúpula como respuesta a la actuación de aceleraciones rotatorias.

Con los movimientos de la cabeza, debido a fenómenos de inercia y desfase entre el movimiento de esta y el del líquido endolinfático en el conducto semicircular, que se encuentra en el plano del movimiento angular, se desplaza la cúpula por la presión de la endolinfa. Las células pilosas se inclinan y transmiten impulsos nerviosos, de acuerdo a la dirección del desplazamiento del kinocilio, a través del nervio vestibular a los núcleos del tronco cerebral y sus conexiones oculomotoras, generando así un reflejo véstibulo ocular (VOR) compensatorio.

Según el movimiento angular al que se ve sometido el canal semicircular, se provocarán distintos desplazamientos de la cúpula:

a) En una situación de reposo de la cabeza y por tanto del canal semicircular, la endolinfa permanece inmóvil. Al no existir corriente endolinfática alguna la cúpula permanece inmóvil.

b) Si la cabeza experimenta un movimiento con aceleración angular, el contenido o líquido endolinfático tiende a permanecer inmóvil con respecto al continente o canal semicircular. Este desfase provoca que, en un primer momento, la endolinfa se desplace en sentido contrario a la rotación. Este movimiento relativo provoca una corriente endolinfática dentro del canal y por tanto la cúpula se desplazada en sentido inverso a la rotación. En este caso la cresta ampular recibe la información de aceleración angular en el plano del canal.

c) Cuando el canal semicircular ha alcanzado una velocidad angular constante (aceleración = 0), después de haber sufrido una aceleración, la endolinfa empareja su movimiento angular con el del canal. El movimiento de la endolinfa

con respecto al canal es nulo, no existe corriente endolinfática y por lo tanto la cúpula permanece inmóvil.

d) Cuando el canal experimenta una deceleración o parada (deceleración brusca), el líquido endolinfático tiende a seguir el movimiento angular que el canal tenía. En este caso existe movimiento de la endolinfa con respecto al canal y por lo tanto provoca una corriente endolinfática. La cúpula se ve desplazada en sentido contrario y la cresta ampular recibe la información de aceleración angular en el plano del canal.

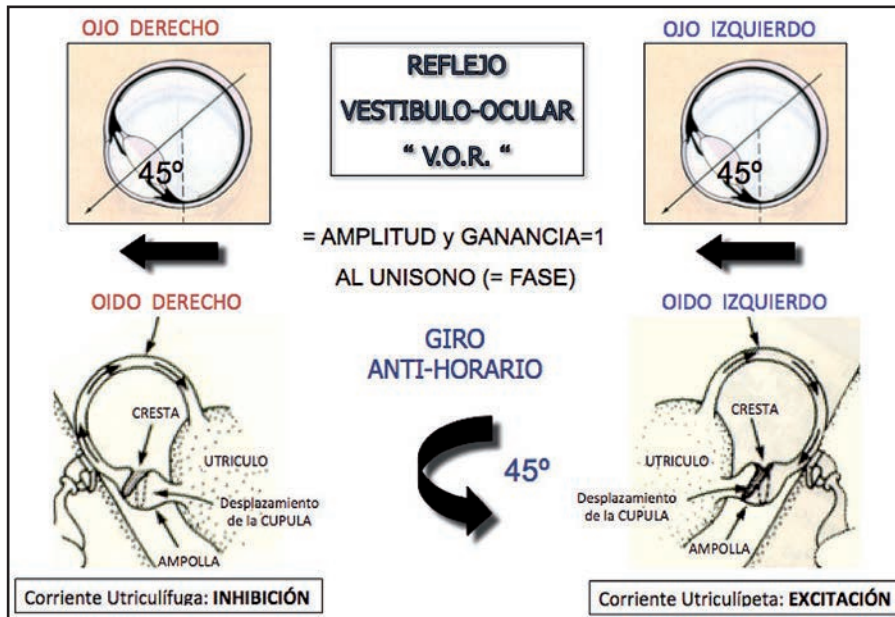
Movimientos oculares reflejos

Cuando el receptor periférico del véstibulo detecta un movimiento, envía unos estímulos nerviosos, que tras ser procesados por el cerebro, generan un movimiento reflejo del globo ocular con un movimiento lento, en sentido opuesto al del giro, al unísono con el movimiento de la cabeza y de igual intensidad y magnitud al estímulo angular que lo generó, denominado Reflejo Véstibulo Ocular (VOR).

El VOR es el encargado de mantener la estabilidad ocular, atrapando los objetos de interés en la porción más sensible de la retina (fóvea), con el fin de proporcionar una visión clara, que permita orientarnos en el espacio.

Cuando, por ejemplo, realizamos un giro de la cabeza de 45°, en el plano horizontal hacia la izquierda o giro anti-horario, la aceleración angular generada, por el retraso de fase entre el contenido (endolinfa) y continente (paredes del CSH), provoca en el oído derecho, una corriente endolinfática que aleja la cúpula al utrículo (utrículífuga) inhibiendo las descargas tónicas de las células de la cúpula y en el oído izquierdo una corriente hacia el utrículo (utrículípea), que provoca un aumento de las des-

Figura 2. Movimiento ocular reflejo por estímulo rotatorio anti-horario.



cargas. Los impulsos transmitidos a los núcleos vestibulares y oculomotores del tronco cerebral, generan un movimiento ocular reflejo lento en sentido contrario al del giro de la cabeza de la misma intensidad, amplitud y en fase con el movimiento de 45° generado (Fig. 2).

Puesto que el desplazamiento angular horizontal del ojo en la órbita está limitado, un movimiento sacádico (fase rápida del nistagmo) en sentido opuesto, interrumpe periódicamente el movimiento compensatorio para relocalizar el ojo en la órbita, y que dicho movimiento (fase lenta del nistagmo) continúe compensando el de la cabeza.

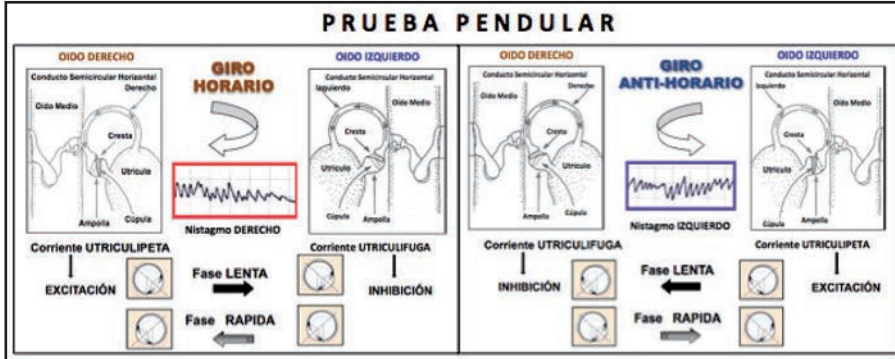
Este movimiento rítmico e involuntario, con una fase lenta y una rápida de dirección opuesta, que marca la dirección del mismo, se denomina nistagmo vestibular. Sin embargo, la respuesta ocular de interés es el movimiento ocular compensatorio caracterizado por la velocidad de la fase lenta. En consecuencia,

la comparación entre el desplazamiento de la cabeza y el del ojo requiere la eliminación de las fases rápidas o sacadas correctoras de la respuesta nistágmica durante el análisis computerizado, obteniendo la trayectoria sinusoidal del desplazamiento o posición del ojo, formada por las fases lentas acumuladas del nistagmo, que representa el movimiento ocular compensatorio en respuesta al estímulo.

La dirección de las respuestas oculares, basadas en los conceptos anatómofisiológicos expuestos previamente, depende del sentido de giro y del tipo de estímulo aplicado.

Estímulo sinusoidal pendular.- Durante el movimiento sinusoidal, en los giros horarios se produce un desplazamiento de la cúpula hacia el utrículo, provocando un aumento de la actividad tónica de las células de la cúpula del oído derecho y una inhibición del izquierdo, generando un movimiento lento hacia la izquier-

Figura 3. Prueba pendular en la que los giros horarios o hacia la derecha generan nistagmos derechos y los giros antihorarios o hacia la izquierda nistagmos izquierdos.



da, seguido de un rápido compensatorio hacia la derecha, denominado según la nomenclatura internacional establecida nistagmo derecho. Los giros anti-horarios provocan el fenómeno contrario con nistagmo izquierdo (Fig. 3).

Estímulo impulsivo o trapezoidal.-En las tres fases de la prueba impulsiva (Aceleración rápida, velocidad constante y deceleración brusca) aparecen movimientos oculares dependientes del sentido de giro y el momento del estímulo:

Durante los giros horarios o hacia la derecha, la dirección de la respuesta responderá a las siguientes fases:

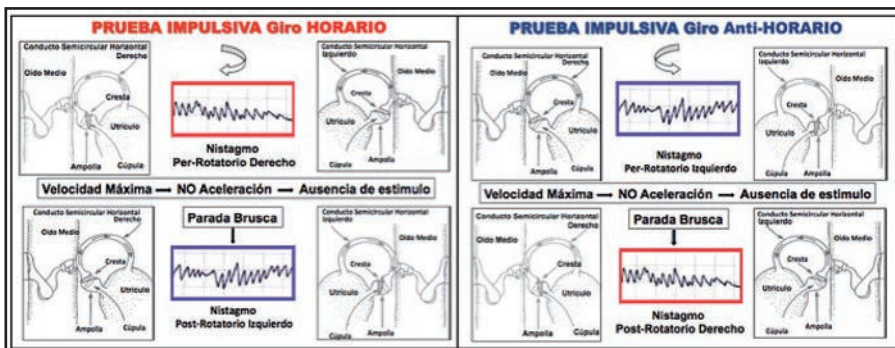
a) **Fase de aceleración brusca (T1).**-

El desplazamiento de la cúpula en el oído derecho hacia el utrículo y en el izquierdo al canal provoca una fase lenta izquierda y una rápida a la derecha, apareciendo un *nistagmos per-rotatorios derechos*.

b) **Fase de velocidad constante (T2).** - Al igualarse la velocidad de la endolinfa con la del sillón, no existe desfase entre continente y contenido; los dos tienen la misma velocidad y por tanto no hay desplazamiento de la cúpula. *Ausencia de nistagmo*

c) **Fase de deceleración brusca.**- Al producirse una parada brusca, por la inercia de la endolinfa, se produce una deflexión de la cúpula en sentido contra-

Figura 4. Prueba impulsiva: dirección del nistagmo per-rotatorio y post-rotatorio en giros horarios y anti-horarios.



rio al de la rotación (hacia el utrículo en el lado izquierdo y hacia el canal en el derecho). Aparecen *nistagmos pot-rotatorios izquierdos*.

En los giros anti-horarios o hacia la izquierda, se provoca el fenómeno contrario con nistagmos per-rotatorios izquierdos y post-rotatorios derechos (Fig. 4).

Metodología

Como cualquier exploración vestibular, la prueba rotatoria requiere de tres operaciones a realizar, que son: la aplicación de estímulos sobre los receptores vestibulares, el registro de los movimientos oculares reflejos de respuesta y el establecimiento de relaciones entre la respuesta obtenida y el estímulo aplicado.

Estimulación.- El estímulo, que la prueba rotatoria provoca sobre el aparato vestibular, se produce en los canales semicirculares al aplicar aceleraciones angulares. La velocidad angular constante no es capaz de estimular los receptores vestibulares.

Éste es el estímulo adecuado para cuantificar la función vestibular, ya que se pueden aplicar múltiples estímulos fáciles de reproducir, que son bien tolerados por los pacientes y que además no

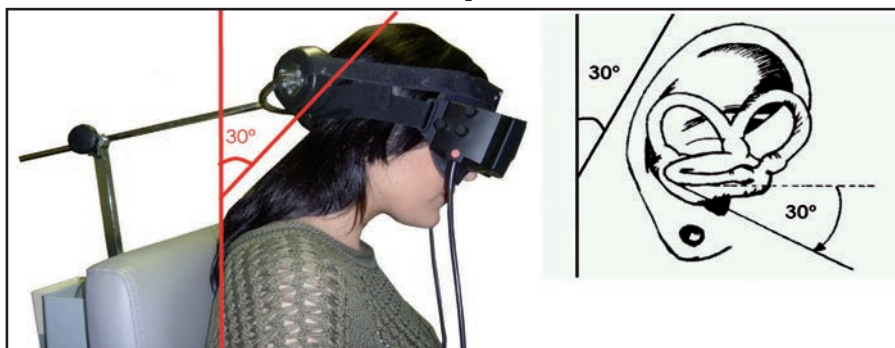
están relacionados con las características físicas del conducto auditivo externo o del hueso temporal, como sucede con la prueba calórica. Sin embargo presentan la desventaja de que el estímulo rotatorio afecta a ambos laberintos simultáneamente.

La prueba se realiza con el paciente sentado en un sillón rotatorio, que gira alrededor del eje vertical. El paciente se sienta con la espalda recta y se le inclina la cabeza hacia delante unos 30°, para colocar el canal semicircular horizontal en el plano de máxima estimulación rotatoria y se fija la cabeza para evitar cualquier movimiento que altere el VOR (Fig. 5).

Colocaremos la mascara cerrada durante el análisis del VOR y abierta durante el vis-VOR (estímulo viso-ocular) con el fin de generar los estímulos visuales de seguimiento así como para fijar la mirada en un punto para estudiar el VOR-Fix (Fijación vestibulo-ocular.)

Dada la corta duración del estímulo, el estado de alerta debe ser máximo, para que el pico inicial de la respuesta esté bien definido y el cálculo de la ganancia sea preciso. Para conseguir este estado, es útil que el paciente realice, durante la prueba cálculos mentales (ej. contar en voz alta).

Figura 5. Colocación del paciente y posicionamiento de los conductos semicirculares horizontales en el plano horizontal.



Con el desarrollo de distintos motores rotatorios y el software que permitió analizar los movimientos oculares, distintos autores fueron proponiendo varios protocolos de estimulación rotatoria. Realmente todos ellos se podrían agrupar en dos tipos distintos de estimulación, el sinusoidal y el impulsivo, también llamado trapezoidal.

Estímulo sinusoidal o pendular.- Es un estímulo fisiológico por ser el que más se asemeja al movimiento natural de la cabeza.

Se define por dos variables simples: el periodo de oscilación (T: tiempo que tarda en realizarse una oscilación completa expresado en segundos) y la amplitud de oscilación (A: expresada en grados).

Los modernos sillones motorizados, tienen módulos de estimulación con los que la aceleración angular puede controlarse de forma precisa y en lugar de fijar una amplitud en grados la velocidad pico, se suele mantener constante la velocidad máxima a unos 50 a 60 %/seg, aunque para ello haya que variar la am-

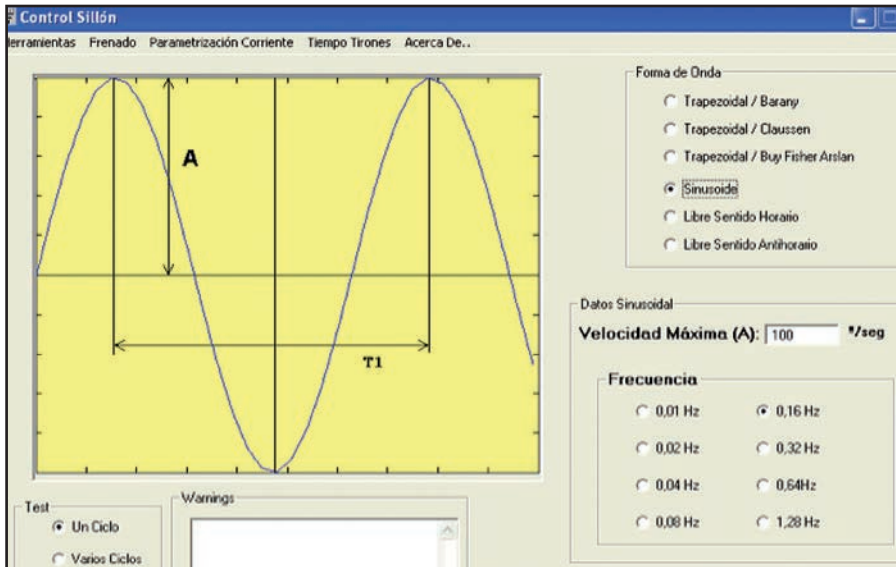
plitud de oscilación en cada caso, mientras que la frecuencia varía en un rango aproximado de 0,01 a 0,64 Hz. Se incluyen múltiples estímulos, en los que el valor de cada frecuencia se obtiene multiplicando la anterior por 2, resultando un rango de estímulos a 0,01; 0,02; 0,04; 0,08; 0,16; 0,32 y 0,64 Hz. (Fig. 6.)

Aceleraciones que lleguen a 1 Hz o mayores son difíciles de alcanzar, pues muy pocos sillones del mercado llegan a una frecuencia tan alta, debido a la dificultad para el motor de generar esa aceleración y a los problemas que plantean los sistemas de fijación del paciente.

El uso de múltiples estímulos tiene el inconveniente de consumir mucho tiempo; por ello, con objeto de realizar un chequeo inicial en menos tiempo, los estímulos pueden reducirse a una rutina de menos frecuencias sinusoidales (0,16; 0,32; o 0,64 HZ) con una velocidad pico de 60 %/seg.

Con estas estimulación podemos estudiar las respuestas del sistema vestibular en donde, los cambios fisiológicos del

Figura 6. Modulo de estimulación sinusoidal con el que podemos variar la velocidad máxima y la frecuencia de estimulación.



reflejo vestibulo-ocular, tienen el mayor efecto sobre los parámetros que definen dicha respuesta, dado que el rango dinámico en el que opera habitualmente el reflejo vestibulo ocular se encuentra comprendido entre 0,1 y 1 Hz.

La aceleración angular de la cabeza sobre un eje vertical estimula los receptores vestibulares de los conductos semicirculares horizontales y produce movimientos oculares horizontales de dirección opuesta y de magnitud proporcional a la del estímulo, alternando de dirección en el estímulo sinusoidal con cada medio ciclo de rotación.

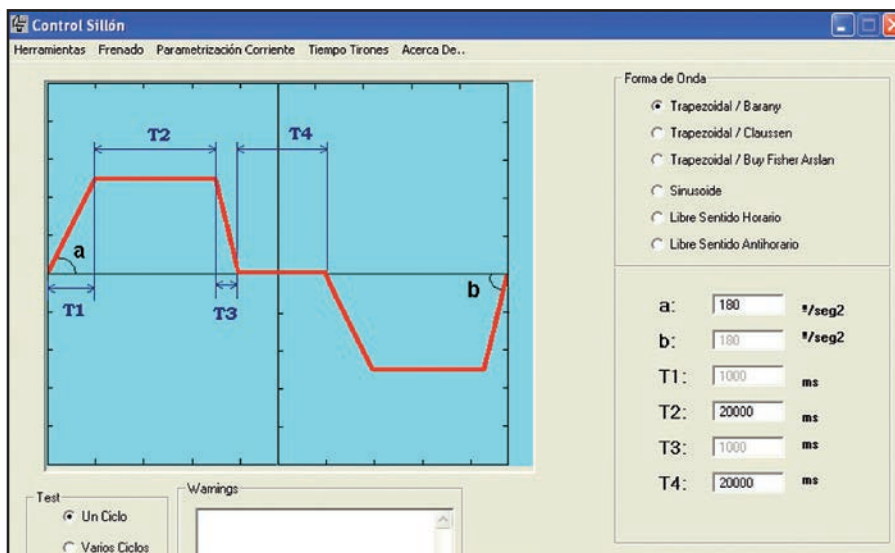
Estímulo Impulsivo o Trapezoidal- Esta prueba está muy influenciada por el tipo de motor y sillón del que dispongamos. Las variables de velocidad máxima y aceleración pueden influir notablemente en los resultados del estudio, y se necesitan sillones robustos que permitan alcanzar velocidades de hasta 100 o 180°/s. Por este motivo, no todos los dispositivos existentes nos generan un estímulo suficientemente intenso para

poder interpretar correctamente la respuesta ocular resultante

El protocolo de estimulación, con aceleración angular en impulsos, consiste en una serie de cambios bruscos de velocidad de 0 a un valor preestablecido, hacia la derecha y hacia la izquierda. El sillón gira en sentido horario, con una aceleración angular constante, pasando de 0 a 100 °/s en un segundo (T1), cesando la aceleración y manteniendo constante esta velocidad durante 60 segundos (T2) tiempo durante el cual los receptores vestibulares se estabilizan, al no recibir ningún estímulo de aceleración, con lo que no emiten ninguna señal. Pasado este periodo se procede a una deceleración brusca de igual magnitud (T3) y un nuevo periodo de ausencia de estímulo o de aceleración 0 (T4). La misma secuencia de estímulos se repite en sentido anti-horario (Fig. 7).

No obstante, existen variaciones de este protocolo que modifican la velocidad máxima alcanzada o el tiempo de rotación del paciente.

Figura 7. Módulo de estimulación impulsiva o trapezoidal.



Estos impulsos breves de aceleración angular brusca, provocan una desviación máxima de la cúpula del canal semicircular estudiado de forma casi inmediata y proporcional al cambio instantáneo de velocidad de la cabeza. La cúpula en su retorno a su estado de reposo, describe una curva exponencial caracterizada por el parámetro denominado constante de tiempo (T_c), que se define como el retorno desde la desviación máxima hasta el 37%.

Registro de los movimientos oculares de respuesta ante el estímulo

El registro de los movimientos oculares reflejos, captados por las cámaras de la Videonistagmografía, se basa en la representación gráfica del nistagmo, evocado tras los estímulos generados por la rotación de la cabeza en sentido horario y anti-horario y cuya dirección dependerá la prueba realizada y en el análisis cuantitativo de estas respuestas, que se presenta en base al cálculo de la velocidad de la fase lenta de los nistagmos, generados por la estimulación en ambos sentidos.

Establecimiento de relaciones entre la respuesta obtenida y el estímulo aplicado

Los actuales sistemas computarizados permiten analizar correctamente la relación existente entre el estímulo y la respuesta refleja (VOR), determinando los parámetros de la Ganancia, Fase y Simetría o la constante de tiempo.

Parámetros de la prueba rotatoria

En las pruebas rotatorias, tanto en la prueba rotatoria sinusoidal como en la prueba impulsiva el parámetro más útil para cuantificar el test es la velocidad máxima de la fase lenta del nistagmo

Prueba rotatoria sinusoidal

En esta prueba se definen 3 *parámetros o medidas*:

1. La GANANCIA que se define como la velocidad máxima de fase lenta del ojo (respuesta), dividido por la velocidad máxima del sillón (estímulo).
2. La FASE o tiempo transcurrido entre puntos comparables de las sinusoides del estímulo y de la respuesta. Se mide comparando el tiempo de la máxima velocidad cefálica con el tiempo de la máxima velocidad de fase lenta ocular, expresada en grados.
3. La SIMETRÍA que expresa la diferencia entre los valores de la velocidad máxima de fase lenta hacia la derecha y los valores hacia la izquierda.

Estos parámetros se utilizan para el estudio VOR (Reflejo Vestibulo-ocular), así como para el vis-VOR (interacción entre el estímulo visual optocinético y el reflejo vestibulo ocular) y el VOR-FIX (inhibición del reflejo vestibulo-ocular durante la fijación ocular). El COR o Reflejo Cérvico Ocular puede ser registrado manteniendo fija la cabeza y moviendo el sillón. Este reflejo es muy leve aunque en las arreflexia bilateral puede estar aumentado.

Prueba impulsiva

El principal parámetro es la Constante de Tiempo (T_c) de la respuesta al impulso, definiéndose como el tiempo requerido por la respuesta para disminuir al 37% del valor máximo y se expresa en segundos.

Valores de normalidad

En la vida diaria los valores normales de la ganancia y la fase del VOR varían

con la frecuencia de rotación de la cabeza. Para las frecuencias de la mayor parte de los movimientos naturales de la cabeza (de 0,5 a 5 Hz), la ganancia se aproxima a 1 y el valor de la fase se aproxima a 180°: el movimiento del ojo iguala al de la cabeza en dirección opuesta (por convención, cuando el valor de la fase es de 180° se refiere como valor cero). A frecuencias bajas, a las que se realizan las pruebas rotatorias sinusoidales (p.ej.: 0,01 Hz), la ganancia disminuye y la velocidad pico de la fase lenta del ojo se adelanta a la velocidad pico de la cabeza (fase adelantada). Los sujetos normales presentan un adelanto de fase de unos 45° a 0,01 Hz pero este adelanto de fase es casi cero a 0,2 Hz.

Estos hechos pueden explicarse porque a medida que la frecuencia de oscilación disminuye, el sistema de los canales semicirculares horizontales se vuelve menos sensible a los movimientos cefálicos y no integra las señales del movimiento cefálico de forma completa, arrojando menores ganancias y mayores adelantos de fase.

Prueba rotatoria sinusoidal

La ganancia media del VOR en la pruebas sinusoidal es de 0,4 a 0,6 a ambos lados, lo que indica que la velocidad ocular de la fase lenta compensa solamente un 40 a 60% la velocidad cefálica, lo que refleja el hecho de que la compensación que proporciona el reflejo vestibulo-ocular es imperfecta, incluso en individuos normales. *Las velocidades de la fase lenta del Nistagmo no son suficientemente rápidas como para compensar por completo las velocidades cefálicas.* se considera hiporreflectividad o paresia unilateral si es menor de 0,2%, e hiperreflexia si supera la unidad.

La ganancia del vis-VOR mediante la combinación de la estimulación visual

y vestibular produce nistagmo con una *ganancia de aproximadamente 1 y sin adelanto de fase en ninguna frecuencia de oscilación* (Fig. 8).

La inhibición por fijación ocular (VOR-Fix), debe producir una ganancia menor de un 10% de la ganancia del VOR.

La fase en personas normales presenta un ligero adelanto (la velocidad del ojo se adelanta a la del estímulo) a bajas frecuencias desapareciendo a altas frecuencias (la velocidad del ojo se iguala a la del estímulo).

La respuesta debe ser simétrica, es decir, las velocidades de la fase lenta hacia la derecha y hacia la izquierda son aproximadamente iguales.

Prueba impulsiva

Generalmente analizamos la Tc la respuesta post-rotatoria de ambos lados, considerando normales valores entre 10 s. y 20 s.

Se considera hipo-reflexia toda respuesta con una constante de tiempo inferior a 10 seg. e hiper-reflexia aquellas superiores a 20 seg.

Las respuestas serán simétricas a ambos lados con una diferencia no superior al 20%

Interpretación de los resultados

En base a los parámetros que nos permiten comparar, el estímulo aplicado con la respuesta del VOR, podremos cuantificar la disminución de la función según el tipo de lesión que padece el paciente.

Lesión periférica unilateral

Los pacientes, que pierden de modo agudo la función vestibular de un lado, tienen respuestas asimétricas a los estímulos rotatorios a causa del nistagmo

espontáneo y la diferencia en la respuesta al estímulo con el laberinto intacto.

Con la compensación, el nistagmo espontáneo se anula y la asimetría entre ambos laberintos desaparece a bajas frecuencias, pero permanece más pronunciada con estímulos intensos. Esta asimetría ante impulsos de gran magnitud puede usarse para identificar pérdida completa unilateral vestibular pero no puede usarse para pérdidas sólo parciales como ocurre con la prueba calórica.

Los pacientes, con lesión unilateral compensada, presentan un patrón característico de ganancia disminuida y adelanto de fase incrementado en bajas frecuencias que permanece a lo largo del tiempo.

Uno de los grandes inconvenientes de las pruebas rotatorias es la imposibilidad de identificar el lado de la lesión, sobre todo en la fase crónica (salvo usando estímulos rotatorios a altas intensida-

des, que muestran asimetrías incluso en estos casos, pero que no están disponibles de forma rutinaria).

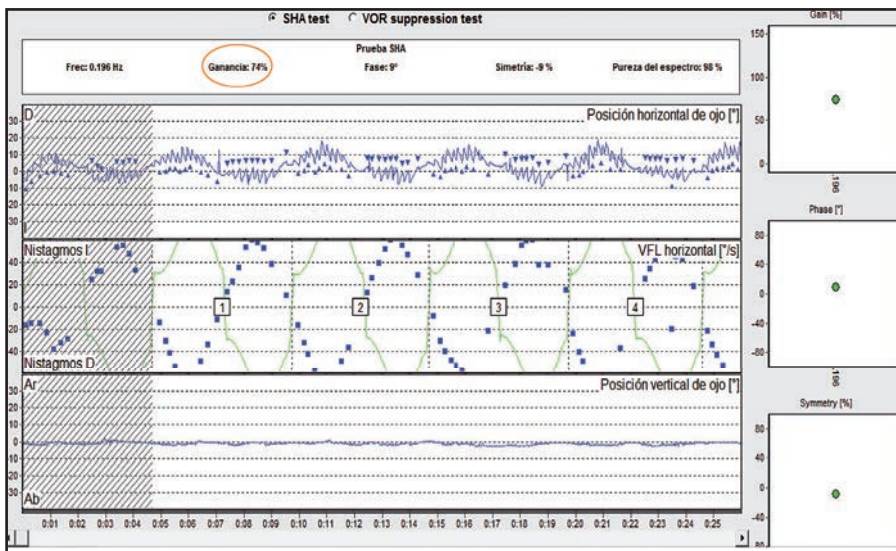
Con estímulos en forma de impulsos, la ganancia también se reduce y la constante de tiempo disminuye de forma evidente, desapareciendo el nistagmo en respuesta al estímulo en muy poco tiempo.

Las pruebas rotatorias son más útiles y fiables para seguir la evolución de las lesiones unilaterales periféricas, pues nos permiten evaluar la compensación del paciente al desaparecer la asimetría entre ambos laberintos y nos orientarán hacia la antigüedad de la lesión si persiste un adelanto de fase en frecuencias bajas.

Lesión periférica bilateral

Como la variación asociada con las respuestas rotatorias normales es menor

Figura 8. Ejemplo de registro obtenido con rotación sinusoidal y estímulo optokinético. En la fila superior se aprecia el registro nistágmico producido por las rotaciones sinusoidales. En la fila intermedia se superponen dos registros; en verde esta representado el movimiento de la silla y en azul las velocidades de la fase lenta de los nistagmo resultantes. La ganancia es mayor del 60%..



que con las respuestas calóricas, una función disminuida se identifica antes. Frecuentemente, pacientes con respuesta ausente en las pruebas calóricas, tienen nistagmo reducido pero registrable en las pruebas rotatorias. La capacidad de identificar la función vestibular remanente, es otra ventaja de la prueba rotatoria.

Los pacientes con hipofunción vestibular bilateral muestran el mismo patrón de ganancia y fase que los pacientes con lesión unilateral compensada, pero más pronunciado.

Como la respuesta calórica refleja una estimulación de baja frecuencia, la ausencia de respuesta calórica no indica ausencia de función vestibular y puede haber una respuesta normal en las rotatorias a alta frecuencia.

El aumento de ganancia del reflejo cervico-ocular (COR), es un dato que indica que realmente estamos ante una hipofunción vestibular, pues este reflejo que tiene poca ganancia en los humanos incrementa su respuesta cuando se altera el reflejo vestibular.

Lesiones vestibulares centrales

Las lesiones en la raíz de entrada del nervio vestibular producen respuestas indistinguibles de las lesiones periféricas. Pero puede haber diversas anomalías asociadas con lesiones centrales:

- Algunos pacientes con lesiones cerebelosas tienen ganancia aumentada.
- La persistencia de asimetrías a estímulos de baja, e incluso de mediana intensidad, implica una deficiente compensación, que puede sugerir una alteración central cuando se asocia a otros hallazgos de disfunción central en la batería de pruebas oculomotoras.

– El nistagmo disrítmico (variación de amplitud de una batida a otra), puede encontrarse en lesiones cerebelosas.

– Las lesiones centrales a menudo interfieren con la integración de las señales visuales y vestibulares, observándose tres patrones anormales de interacción viso-vestibular:

1. Pacientes con lesiones que afectan la región de los *núcleos vestibulares* (p.e. síndrome de Wallenberg) presentan un nistagmo espontáneo con fase rápida hacia el lado sano. La respuesta optokinética y la del reflejo vestibulo-ocular (en la prueba rotatoria) presentan asimetría pero en direcciones opuestas, porque el nistagmo espontáneo puede cambiar de dirección al cerrar los ojos. El vis-V.O.R. es normal en ambas direcciones y la supresión con fijación de las fases lentas hacia el lado de la lesión está impedida.
2. Pacientes con lesiones en el *vestíbulo-cerebelo*. Son incapaces de modificar las respuestas vestibulares con la visión. Las ganancias del V.O.R., vis-V.O.R. y V.O.R.-fix son aproximadamente la misma. La ganancia del optokinético está disminuida en ambas direcciones.
3. Lesiones de las *vías visuomotoras* desde corteza parieto-occipital a la protuberancia, tienen el seguimiento y las fases lentas del optokinético alteradas hacia el lado de la lesión. El V.O.R. es normal, la ganancia del vis-V.O.R. disminuye hacia el lado de la lesión y no hay inhibición con fijación de las fases lentas hacia el lado sano.

Detección de artefactos

En la prueba rotatoria asumimos que el movimiento del sillón, es el mismo que el cefálico, por tal motivo tiene que

haber una fijación correcta de la cabeza. Un artefacto común es que el paciente tenga pequeños deslizamientos cefálicos con lo que el registro será inválido.

Igualmente la limpieza del objetivo de la cámara y los cristales de reflexión localizados en las gafas de la VNG podrían alterar la detección de la pupila y artefactar la recogida de los movimientos oculares.

Del mismo modo que con la prueba calórica, en el caso del estímulo rotatorio también medimos la velocidad de la fase lenta del nistagmo generado. Por este motivo cualquier artefacto que modifique dicho movimiento ocular nos va a alterar notablemente el resultado. Uno de los artefactos más comunes es el parpadeo constante, esto puede ser erróneamente interpretado como un movimiento nistagmico por parte del software. Es fundamental, indicar al paciente que tenga los ojos abiertos y que evite en la medida de lo posible el parpadeo.

Como se comenta ampliamente en el capítulo de pruebas calóricas, el estímulo vestibular puede modularse según el grado de alerta del sujeto. De este modo un paciente adormecido va a generar resultados de ganancia del reflejo oculo-vestibular significativamente menores que un sujeto alerta, Por este motivo, el realizador de la prueba ha de estar pendiente de generar al paciente un nivel mínimo de alerta para un correcto estudio.

Si, por el contrario el paciente se encuentra demasiado nervioso o con ansiedad, obtendremos el fenómeno contrario con un registro muy aumentado y ganancias incrementadas. Es nuestra labor evitar ambas situaciones.

Por último, es especialmente importante cuando estamos estudiando la supresión nistagmica del VOR, que el paciente entienda correctamente que tiene que fijar la vista, puesto que una de los motivos más frecuentes de que esta prueba esté alterada, es la inatención del paciente.

Indicación de la prueba

La prueba rotatoria del canal semicircular horizontal, al poder aplicar múltiples estímulos graduados en relativamente corto tiempo, ser un test bien tolerado por los pacientes y no depender de las características físicas del conducto auditivo externo o del hueso temporal, permite la evaluación de la función vestibular, estando indicada en:

Indicaciones absolutas

- Diagnóstico de la hipofunción o arreflexia vestibular bilateral.
- Imposibilidad de realización de pruebas calóricas.

Indicaciones relativas

- Patología vestibular crónica.
- Evaluación del estado de compensación vestibular tras la aparición de un déficit vestibular uni o bilateral
- Patología central implicada en el vértigo o alteraciones del equilibrio.
- Planificación y control de la rehabilitación vestibular.
- Monitorización terapéutica de la función vestibular (p.e. Gentamicina intratimpánica).

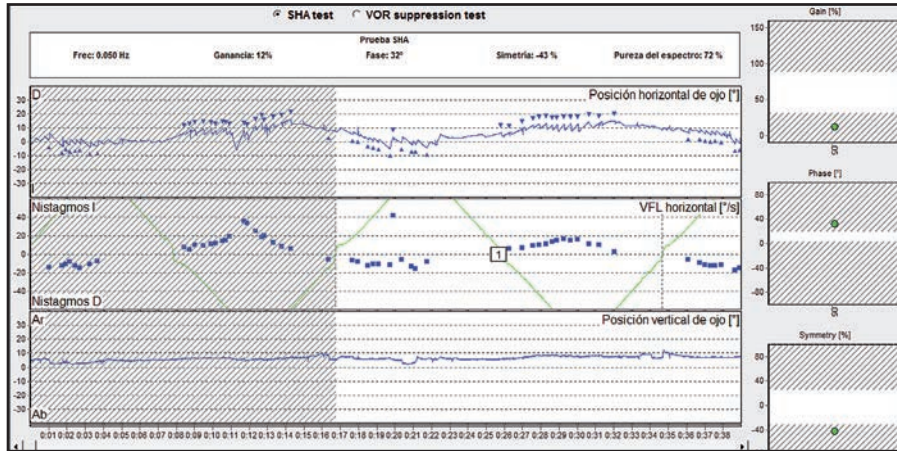
Casos clínicos

Caso clínico 1

Paciente de 45 años con diagnóstico de Neuritis Vestibular hace 2 meses, que presenta inestabilidad con lateropulsión izquierda durante la marcha y sensación de mareo.

Las pruebas calóricas no muestran una paresia significativa, ni ningún otro dato sugestivo de afectación periférica o central, por lo que solicitamos unas pruebas rotatorias.

Figura 9. Prueba rotatoria con ganancia baja (12%) una asimetría derecha de 43% y un adelanto de fase de 32°.



La prueba sinusoidal nos muestra una gran asimetría derecha en el VOR, presente en todas las frecuencias estudiadas. La ganancia es anormalmente baja y existe un adelanto de fase (Fig. 9).

La prueba impulsiva, nos muestra un acortamiento de la constante de tiempo post-rotatoria derecha, con normalidad del resto de parámetros. Este hallazgo

es totalmente congruente con el encontrado en la prueba sinusoidal (Fig. 10).

Conclusión: Vestibulopatía derecha actualmente descompensada.

Caso clínico 2

Paciente de 70 años que presenta inestabilidad sin crisis de vértigo.

Figura 10. Prueba impulsiva donde se aprecia que el registro obtenido tras la rotación derecha (Postrot.Right) es mucho más corto que el del lado izquierdo, siendo la constante de tiempo post-rotatoria del oído derecho de 7.4 seg y la del izquierdo de 20.1 seg.

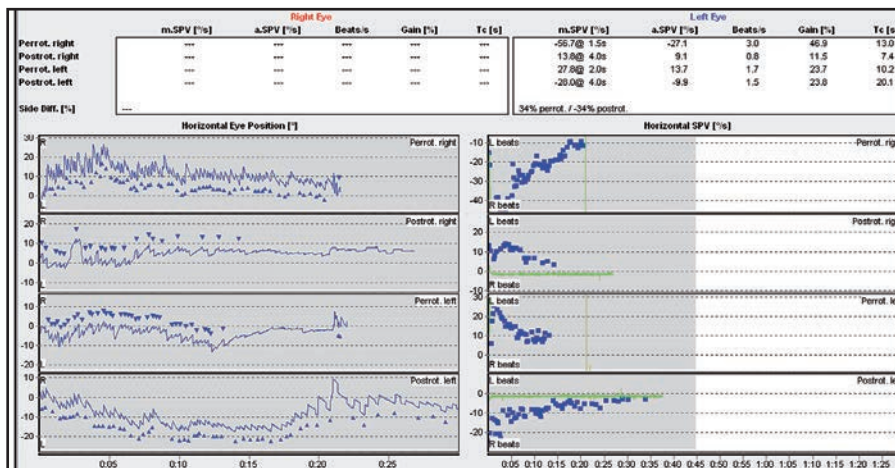


Figura 11. Prueba pendular con disminución bilateral de la ganancia con ligera asimetría derecha.

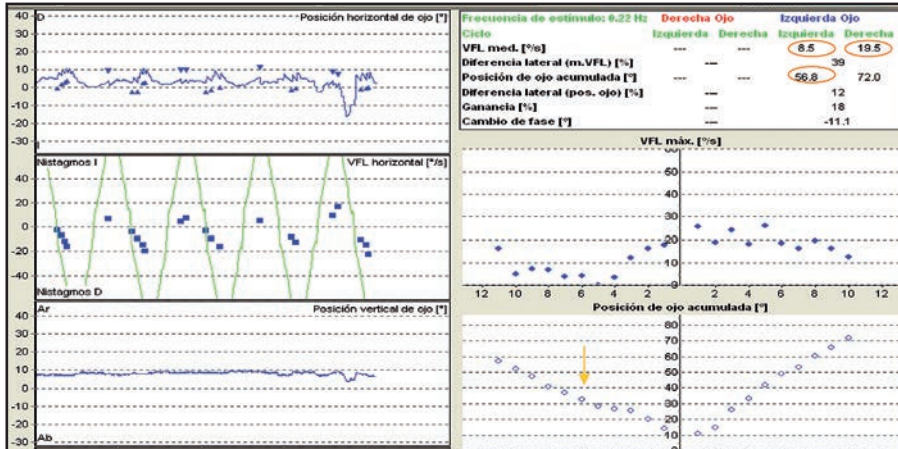
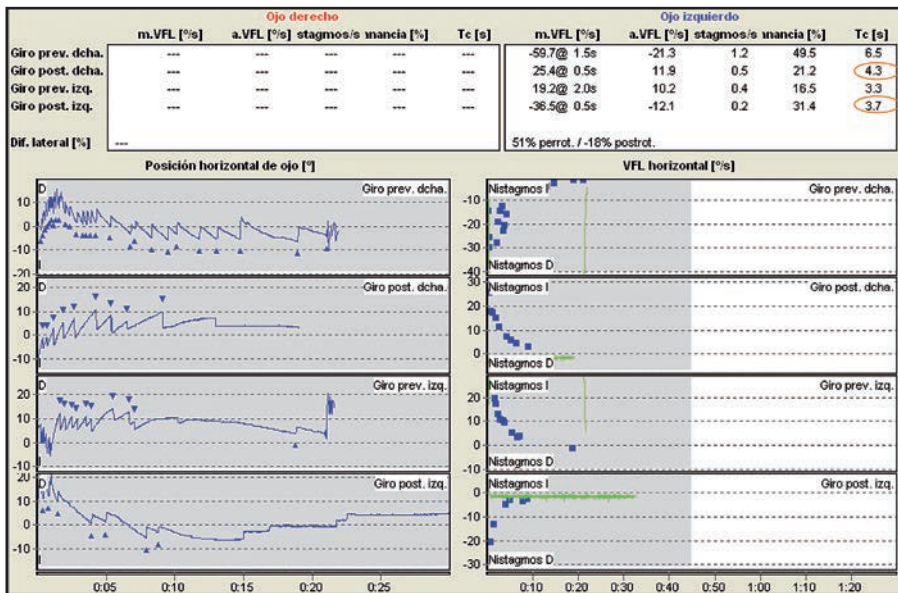


Figura 12.



En la prueba calórica presenta una reflectividad del 9%.

En la prueba sinusoidal existe una disminución bilateral de la ganancia con ligera asimetría izquierda. La velocidad media de la fase lenta del ojo izquierdo es 8,5 °/sg en comparación al oído derecho que es de 19,5° sg., con una posición acumulada del

ojo derecho disminuida en relación al oídos derecho y que se refleja en la grafica de la posición acumulada del ojo (Fig. 11).

En el test impulsivo, hay acortamiento de ambas constantes de tiempo post-rotatorias (Fig 12).

Conclusión: Hipofunción vestibular bilateral.

Puntos clave

- El estímulo rotatorio es un estímulo natural y similar al de los movimientos de la vida diaria.
- Es un prueba bien tolerada por los pacientes.
- Permite evaluar la compensación vestibular del laberinto deficitario detectando la antigüedad de la lesión con las alteraciones de la fase.
- De gran ayuda para el diagnóstico de la hipofunción vestibular bilateral.
- Útil para la planificación y control de la rehabilitación vestibular.
- Su desventaja en relación a otras pruebas, es que el estímulo rotatorio afecta a ambos laberintos simultáneamente, a diferencia de la prueba calórica que puede estimular independiente cada oído.

Bibliografía recomendada

1. Jacobson GP, Shepard NT. Balance Function Assessment and Management. San Diego: Plural Publishing, 2008
2. Baloh RW. Dizziness Hearing loss and Tinnitus: The essentials of Neurotology. Philadelphia:F.A. Davis company, 1984
3. Bartual J, Pérez N: El sistema vestibular y sus alteraciones. Barcelona: Masson 1999:vol.I
4. Pérez Fernández N. Atlas de pruebas vestibulares para especialistas en otorrinolaringología. Baraceona: Profármaco, 2009

PRUEBAS VESTIBULARES CALÓRICAS

Dr. Eduardo Martín Sanz

Introducción

A pesar del gran desarrollo que la Otoneurología está experimentando en la última década, las pruebas calóricas siguen siendo en la actualidad, la prueba vestibular por excelencia, considerada aún como el patrón de oro, por numerosos autores.

Incluso teniendo en cuenta sus numerosas limitaciones, las pruebas calóricas tienen indudables ventajas, de las que haremos especial hincapié durante el desarrollo del presente capítulo, con el objeto de clarificar los conceptos clave y desarrollar los aspectos más prácticos de la prueba.

Presentaremos distintos casos clínicos que representaran los patrones más habitualmente encontrados en la clínica diaria, así como los errores más frecuentemente cometidos en la interpretación de las pruebas.

Fundamentos teóricos

Hace ya más de un siglo que Robert Barany describió la metodología de la irrigación calórica para el estudio del sistema vestibular, y aún hoy en día sigue vigente.

La posición estándar aconsejada para la realización de la prueba consiste en que el paciente permanezca en decúbito supino con la cabeza reclinada 30° con respecto al plano horizontal. En esta posición los canales semicirculares horizontales (CSH) se encuentran alineados con el plano de gravedad, y no emiten ninguna señal puesto que la cúpula y la endolinfa circundante tienen exactamente la misma densidad y no están afectadas por la gravedad.

Cuando se irriga el canal auditivo ex-

terno con un medio considerablemente más caliente o frío que la temperatura corporal del paciente, estamos generando un gradiente de temperatura en toda la longitud del CSH, el cual genera un cambio en la densidad de su endolinfa.

De este modo, cuando se realiza una irrigación caliente, la endolinfa se hace más ligera y produce una deflexión de la cúpula del CSH, lo que se traduce en una respuesta excitatoria que genera nistagmos con fase rápida hacia el oído irrigado.

En cambio, si realizamos una irrigación fría, la endolinfa se hace más pesada y densa, lo que produce una respuesta inhibitoria que resulta en un nistagmo con fase rápida en contra del oído irrigado, dando lugar al axioma tan conocido de que “*el nistagmo huye del frío*” (Fig. 1).

Esta teoría de la convección de la endolinfa, sigue vigente aunque algunos autores (Coats y Smith, 1967) apuntan a que independientemente del cambio en la densidad de la endolinfa, existe otro mecanismo no relacionado con la gravedad que explica el mecanismo del nistagmo calórico, lo que explicaría la presencia del mismo en condiciones de gravedad 0, tal y como experimentos han demostrado (Scherer et al, 1986).

En cuanto a la transmisión del calor, se aceptan en la actualidad dos mecanismos principales: la radiación considerado como el principal, seguido de la convección a través del hueso y del oído medio. Estos distintos mecanismos pueden ser responsables de la alta variabilidad que puede llegar a producirse durante el estímulo calórico, lo cual ha de ser tenido en cuenta en todo momento por el clínico.

Limitaciones de la prueba

Precisamente desarrollando este último aspecto podemos identificar las limitaciones de la prueba calórica (tabla 1). La principal es que se trata de un esti-

Figura 1. Mecánica de los fluidos del oído derecho y su respuesta nistágnica según su calorización con agua caliente o fría.

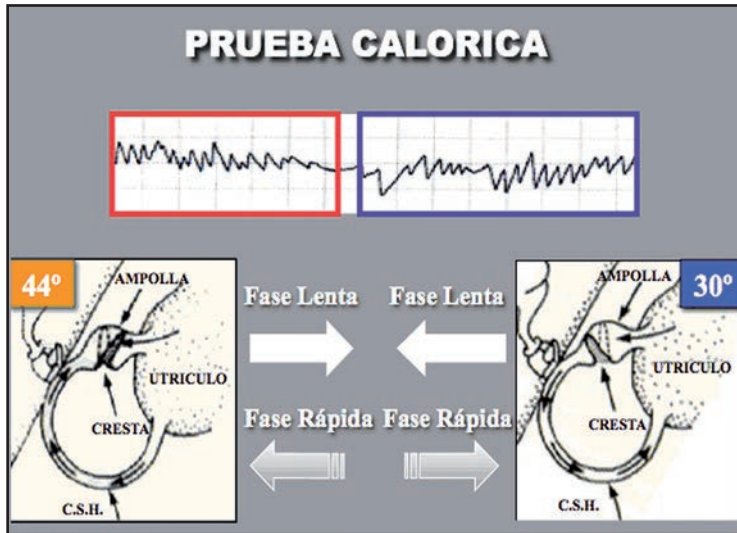


Tabla 1: Limitaciones de la prueba calórica

Estímulo no calibrado
Sensible a variaciones anatómicas de oído externo o medio
Sensible al grado de alerta del paciente
Estímulo del canal semicircular horizontal exclusivamente
Frecuencia de estímulo muy baja
Mal tolerado por el paciente
Sensible a nistagmo preexistente

mulo no calibrado, ya que aunque los calorímetros de la actualidad nos aseguren que siempre irrigamos a la misma temperatura, su efecto sobre el laberinto difiere en cada momento. Esto produce que exista una gran variabilidad que el clínico ha de tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados, tal y como veremos más adelante. De este hecho se desprende que cualquier variación anatómica del oído externo o medio (perforación, miringoesclerosis, estenosis de canal, otitis media crónica, etc...) que no nos garantice la misma transmisión

de calor entre un oído y otro, hace que el resultado de la prueba no sea válido o interpretable.

Otra limitación es que tan sólo estudia la respuesta del canal semicircular horizontal, con lo que la respuesta obtenida no es aplicable a todo el conjunto del aparato vestibular.

La tercera limitación radica en la frecuencia de estímulo. El reflejo oculo-vestibular responde a movimientos rápidos con un rango frecuencial que oscila entre 0.1 a 3 Hz, siendo más óptimo a partir de 1 Hz. En el caso del estímulo calórico, la frecuencia estimada ronda los 0.003 Hz. Este hecho ha de ser siempre tenido en cuenta, puesto que representa un segmento frecuencial muy por debajo de la frecuencia de los movimientos angulares, que se realizan en la vida diaria para el canal semicircular estudiado. Por último, la última limitación es que esta prueba es molesta y a veces mal tolerada por algunos pacientes, por la clínica vértigo asociado a cortejo vegetativo que puede provocar.

Metodología

Como se ha comentado con anterioridad el paciente ha de estar en posición de decúbito supino con la cabeza ligeramente reclinada 30°, pero existen ciertos aspectos que han de ser tenidos en cuenta antes de la realización de la prueba.

Aspectos preliminares

El primero es que *todo paciente ha de haber sido objeto de una correcta exploración otológica y otoneurológica previa*. De este modo evitaremos muchos artefactos provocados por la presencia de una ocupación del conducto por cerumen o cualquier alteración anatómica que pudiese generar un registro no interpretable. La exploración Otoneurológica nos pondrá de manifiesto cualquier tipo de alteración oculomotora que pueda artefactar la prueba, desde un nistagmo espontáneo o de posición hasta cualquier tipo de trastorno de convergencia o movimientos oculares desconjugados.

Otro aspecto importante es *evitar la medicación, que pueda generar cualquier tipo de sedación o excesiva alerta del sistema nervioso central*, al menos 48 horas antes, puesto que el nistagmo calórico es muy sensible a este tipo de situaciones, pudiéndose llegar a una disminución o incremento del mismo.

Por último el paciente ha de conocer en qué consiste la prueba, para evitar estados de nerviosismo, que van a empeorar la tolerancia a la misma y que podría incluso aumentar el nistagmo calórico por la alerta excesiva que puede generar la irrigación. En nuestro servicio, entregamos a todos los pacientes una hoja informativa de la prueba para que el paciente disponga de la mayor información posible.

Irrigación bitérmica

En la actualidad, el procedimiento más

estandarizado y reconocido es la irrigación calórica con dos temperaturas, agua fría y caliente en cada oído.

Es necesaria la calibración de los movimientos oculares antes de la realización de la prueba. A diferencia de la electronistagmografía, en la cual era recomendable recalibrar antes de cada nueva irrigación, en el caso de la videonistagmografía (VNG), al ser un sistema computerizado, esto no es necesario. Es muy importante eliminar la fijación visual, que se logra habitualmente cubriendo las gafas de VNG y realizando el registro en total oscuridad y con ojos abiertos.

Una vez hecho esto, el examinador comienza a pedirle al paciente pruebas o preguntas, que aseguren un mínimo estado de alerta, que ha de mantener durante todo el registro (desde preguntas cotidianas, a procedimientos matemáticos sencillos).

Es fundamental realizar un registro de un posible nistagmo preexistente, que bien pudiera alterar el resultado final de la prueba. En los sistemas actuales, suele existir la opción de registrar este nistagmo antes de proceder a la irrigación bitermal. Suele bastar con un pequeño registro de 4 o 5 batidas, y posteriormente el software del equipo procederá a la suma o resta de dicho nistagmo a cada una de las irrigaciones. Es de suma importancia detectar este nistagmo, porque la omisión del mismo nos va a dar valores de hipofunción y/o preponderancia absolutamente artefactados.

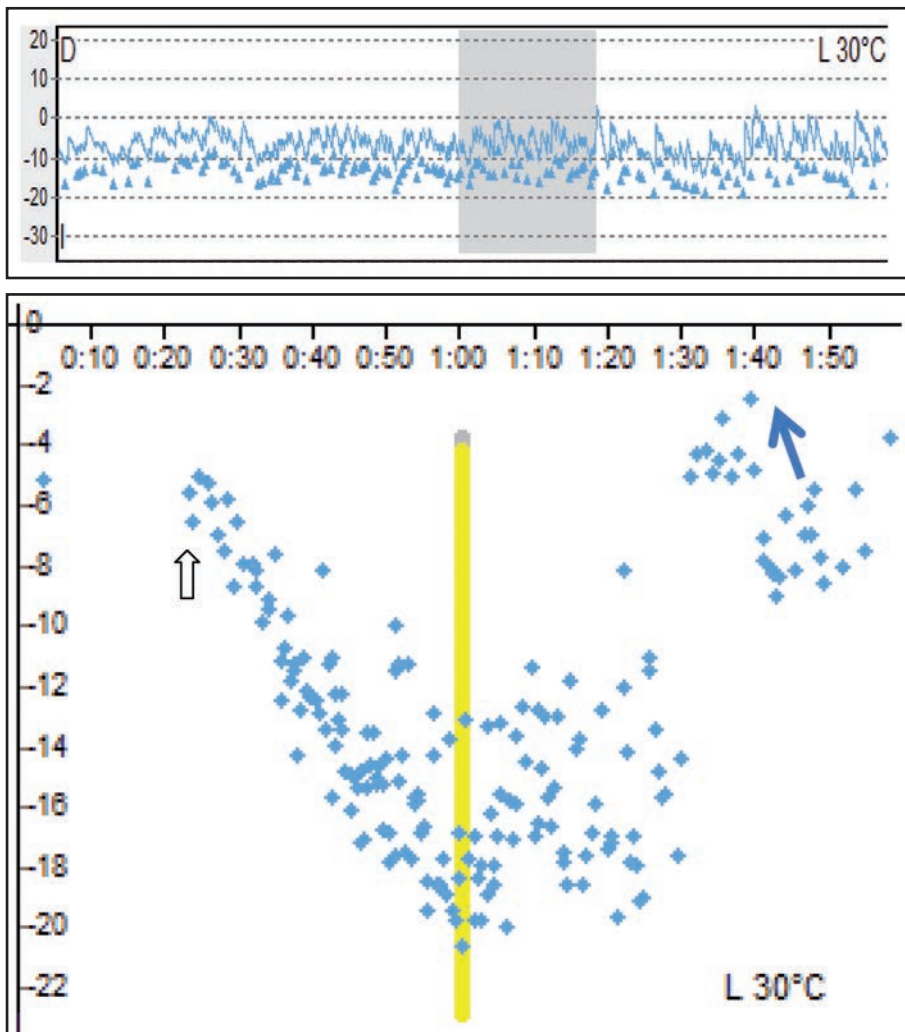
El orden recomendado de las irrigaciones es de comenzar siempre por el agua caliente, seguida de la fría, primero en el oído derecho y posteriormente por el izquierdo. No obstante no existe en la actualidad evidencia científica que la alteración de dicho orden pueda generar una variación significativa en el resultado final de la prueba.

La irrigación dura 30 a 60 segundos y se instila una cantidad aproximada de 250 mL, con unas temperaturas estándar de 7° por encima y por debajo de la temperatura corporal aproximada, que son 44 y 30° C.

Nistagmo calórico normal

A la hora de interpretar la prueba y detectar posibles artefactos *es indispensable saber reconocer un nistagmo calórico normal* (Fig. 2). El nistagmo calórico comienza aproximadamente a los 10-15

Figura 2. Perfil calórico normal de una irrigación con agua fría en oído izquierdo. Se aprecia el inicio del nistagmo a los 15 segundos de la irrigación (flecha blanca), con un pico máximo que comienza a los 90 segundos (línea amarilla) y la inhibición del nistagmo a los 130 segundos aproximados del inicio de la prueba (flecha azul). En la figura de arriba se representa el registro nistágmico, y en la de abajo el valor de la fase lenta para cada uno de los nistagmos de toda la irrigación.



segundos de la irrigación, con lo que, si el clínico detecta un nistagmo desde el comienzo de la irrigación, lo más probable es que fuese un nistagmo preexistente (p.e. nistagmo espontáneo o tiempo de espera insuficiente entre irrigaciones).

El nistagmo calórico va incrementándose rápidamente hasta llegar a un pico máximo en torno a los 60 a 90 segundos del inicio de la irrigación, momento en el que suele comenzar a disminuir. A los 10-15 segundos del pico máximo, el examinador debe de registrar la inhibición visual, que se realiza pidiéndole al paciente que mire a un punto fijo o activando una luz que suele estar incluida dentro de las gafas de los actuales sistemas de VNG. El periodo de fijación debe de estar comprendido entre 10 y 15 segundos y es primordial que el examinador se asegure que el paciente está realmente fijando, puesto que la interpretación de una falta de inhibición visovestibular nos va a dirigir habitualmente a buscar un proceso central.

El registro de cada irrigación ha de prolongarse hasta que la respuesta haya desaparecido totalmente, habitualmente unos 2 ó 3 minutos tras el inicio de cada irrigación.

Aunque no existe evidencia científica del tiempo de espera recomendado entre cada irrigación, se aconseja que al menos transcurran 5 minutos entre cada

una, para evitar la presencia de un nistagmo residual, que altere claramente el resultado final de la prueba (Fig. 3).

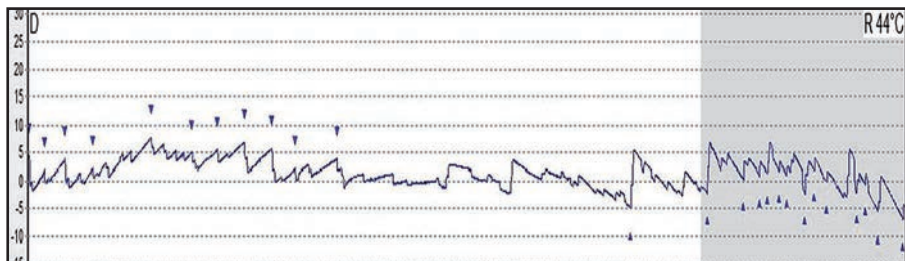
En el caso de presentar cortejo vegetativo, es aconsejable dejar al paciente en observación, hasta que éste haya remitido completamente.

Parámetros de la prueba

Es indudable que la VNG computerizada ha facilitado enormemente la posibilidad de realizar cálculos de modo sencillo y rápido, que anteriormente tenía que realizar el propio examinador. El parámetro fundamental en el que se basan todos los cálculos de la prueba calórica es la fase lenta del nistagmo. El software calcula dicha fase lenta determinando la distancia que los ojos recorren durante la fase lenta del nistagmo, dividiéndola por el tiempo que tarda el ojo en realizar dicho movimiento. Habitualmente cada fase lenta es expresada con un valor numérico que es positivo en el caso de las fases lentas dirigidas hacia la derecha, y negativo en aquellos casos que se dirijan a la izquierda (Fig. 2).

Tal y como se ha visto con anterioridad, el perfil de cada irrigación es similar independientemente de la temperatura del agua, con una latencia, un punto de máxima respuesta y una posterior disminución del nistagmo hasta su desapa-

Figura 3. Registro correspondiente al inicio de una irrigación con agua caliente en el oído derecho. Se puede apreciar como antes de producirse el correspondiente nistagmo derecho congruente con dicha irrigación existe uno previo, probablemente residual de una irrigación previa.

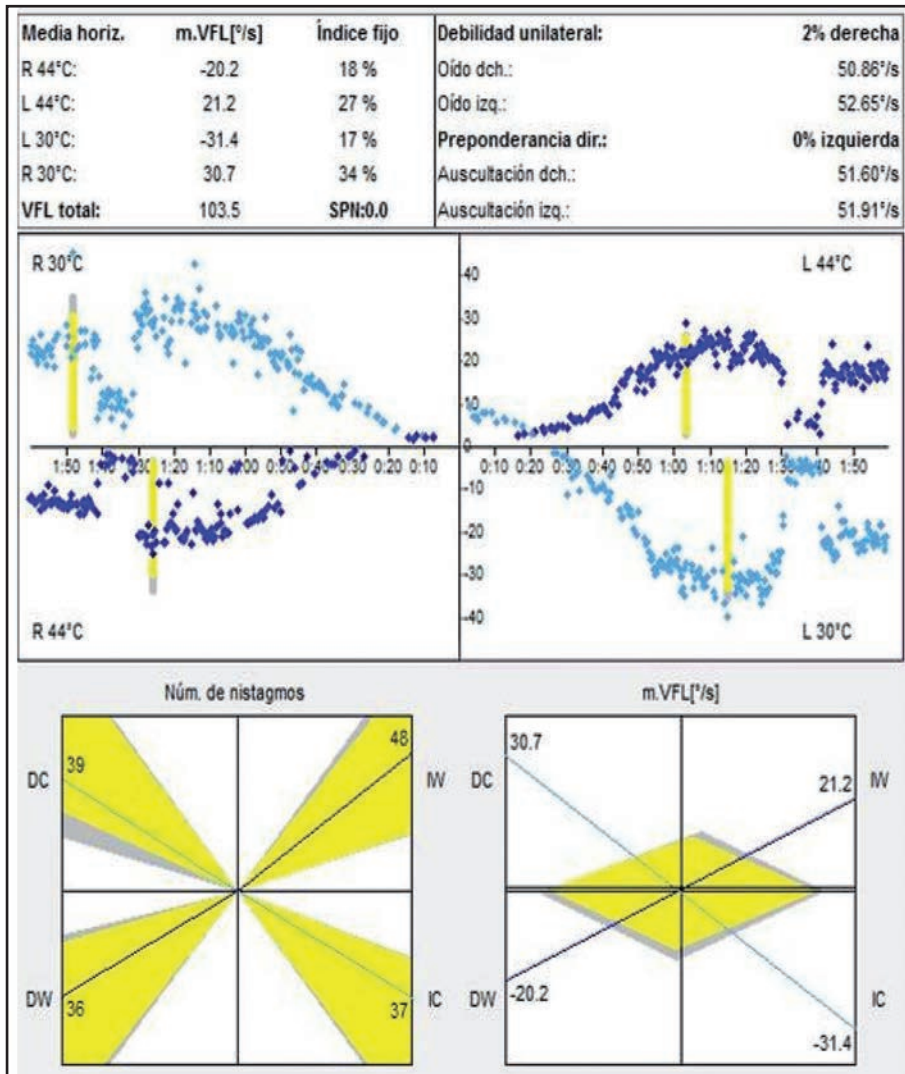


rición. Debido a este perfil, se aconseja la medición del pico de máxima respuesta de la fase lenta de cada irrigación, como parámetro para poder comparar cada irrigación con las demás (Fig. 4). Habitualmente el equipo está automatizado, y su propio algoritmo se encarga de detectar el segmento nistágmico más intenso, para así calcular la velocidad máxima

de la fase lenta. La duración de dichos segmento depende del software de cada equipo pudiendo existir algunas variaciones entre unos y otros.

La representación gráfica del registro tiene una importancia considerable puesto que es lo que el clínico va a examinar inicialmente y le llevará a editar o no posteriormente el registro. Existen

Figura 4. Registro de una prueba calórica con distintas opciones de representación gráfica que el software dispone.



muchas opciones, desde la clásica representación de la mariposa, donde se registraban las frecuencias nistágmicas (Claussen, 1972) a una versión más actualizada del mismo registro en mariposa, que utiliza los picos de máxima respuesta de la fase lenta de cada irrigación. El problema de estos dos registros es que dan poca información del perfil del nistagmo calórico obtenido.

Es por eso que en nuestra opinión, *son más idóneos los registros que representan la totalidad de los nistagmos producidos por cada irrigación*. Este tipo de registro, (Fig. 4) denominado por algunos autores como “vaina calórica” por su morfología característica, nos aporta una representación de la respuesta total (no solamente los picos de máxima respuesta), permitiéndonos así detectar casos de mala irrigación o artefactos de un modo más sencillo.

No obstante, depende del criterio del examinador decidir qué registro se ajusta más a sus preferencias para un análisis de cada prueba. Por eso *es aconsejable que conozcamos los ajustes de nuestro equipo, para configurarlo del modo que consideremos oportuno*.

Existen 4 parámetros fundamentales que se obtienen de un registro calórico, la reflectividad total, la paresia canalicular, la preponderancia direccional y por último el índice de fijación visual.

El cálculo de la reflectividad total se basa en el sencillo cálculo de los picos de máxima respuesta de las irrigaciones del oído derecho (TotDcho) e izquierdo (TotIzqdo):

$$\text{TotDcho} = \text{Pico dcho frío} - \text{Pico dcho caliente}$$

$$\text{TotIzqdo} = \text{Pico izqdo caliente} - \text{Pico Izqdo frío.}$$

La paresia canalicular (PC), es la diferencia entre las respuestas obtenidas en ambos oídos y su cálculo se basa en la fórmula:

$$\text{PC \%} = \frac{\text{TotDcho} - \text{TotIzqdo}}{\text{TotDcho} + \text{TotIzqdo}} \times 100$$

La preponderancia direccional (PD) consiste en la comparación de las irrigaciones que generaron nistagmos con fase rápida a la derecha (TotNistdcho) como el agua caliente derecha y fría izquierda, con aquellas que produjeron nistagmos izquierdos (TotNistizqdo) como el agua caliente izquierda y fría derecha, y se calcula del siguiente modo:

$$\text{PD (\%)} = \frac{\text{TotNistdcho} - \text{TotNistizqdo}}{\text{TotNistdcho} + \text{TotNistizqdo}} \times 100$$

Finalmente, el índice de fijación visual (IF) se calcula para cada una de las irrigaciones y se expresa como una ratio entre la intensidad del nistagmo antes y después de la fijación con la siguiente fórmula:

$$\text{IF (\%)} = \frac{\text{Rpta} - \text{máxima} - \text{fijación}}{\text{Rpta} - \text{máxima} - \text{sin} - \text{fijación}} \times 100$$

De modo que un resultado del 0% implica una supresión nistágmicas total y un resultado por encima de 100% implica que el nistagmo calórico aumenta con la fijación visual.

Agua Helada

Cuando la prueba calórica convencional, no es capaz de provocar ningún tipo de respuesta en un paciente, una alternativa para confirmar dicha falta de respuesta es el empleo del agua helada. En aquellos casos de reflectividad global muy baja, (por debajo del 10% en nuestro laboratorio), ante la duda de una posible hipofunción vestibular bilateral, empleamos de manera frecuente la irrigación con agua helada, para comprobar si existe o no algún vestigio de función vestibular.

No obstante, su utilidad está en entredicho, especialmente si se dispone de métodos más fiables para los casos de sospecha de disfunción vestibular bilateral, como podría ser las pruebas rotatorias clásicas o el más actual “*Video Head Impulse Test*”, de los que hablaremos extensamente en esta ponencia.

La metodología no varía en su conjunto a la previamente descrita para el resto de irrigaciones. La única variación está en relación a la temperatura del agua. Algunos autores tienen agua estéril congelada, que descongelan para estos casos, y otros simplemente cogen agua corriente fría y la instilan directamente. En nuestro caso, nuestro personal introduce agua congelada y baja su temperatura hasta 10°, temperatura suficiente para generar la respuesta deseada. Puesto que la respuesta generada por el agua helada es vigorosa algunos autores aconsejan que el volumen de irrigación no sea demasiado alto (entre 2 y 5 cc.), simplemente lo suficiente para llenar el conducto y provocar una respuesta (Jacobson, Shepard, 2008). En cambio en nuestra experiencia, introducimos el mismo volumen de agua que las otras irrigaciones descritas anteriormente, sin demasiados problemas hasta la fecha.

Valores de normalidad

Como en todos los capítulos de la presente ponencia, aconsejamos a todos aquellos interesados en poner en marcha

un laboratorio de pruebas vestibulares, que antes de proceder a la interpretación de sus resultados, realicen estudios sujetos sanos para obtener así sus parámetros propios y valores de normalidad. Esto es especialmente importante en el caso de las pruebas calóricas. Como hemos comentado anteriormente, es una prueba muy variable, en el que cualquier detalle puede influir en el resultado, desde las irrigaciones, hasta la temperatura del habitáculo donde las realizamos.

En nuestro caso, consideramos que toda hipofunción vestibular mayor de un 22% es significativa. Del mismo modo, consideramos que una preponderancia direccional mayor del 25%, (siempre calculada teniendo en cuenta un registro previo del nistagmo espontáneo), es significativa también.

Consideramos una buena inhibición visovestibular, cuando en al menos dos irrigaciones, se reduce el nistagmo calórico más del 40 a 50%, en al menos dos irrigaciones.

Por último, consideramos una hiporreflexia aquellos valores de reflectividad global inferiores a 10°/s, e hiperreflexia todo valor superior a 90°/s.

En la tabla 2 están enumerados nuestros valores de normalidad y la alternativa descrita por otros laboratorios vestibulares.

Interpretación de los resultados

Una vez realizada la prueba calórica, nuestra labor es detectar cuándo ese re-

Tabla 2. Límites normales de los parámetros de la prueba calórica según nuestra experiencia y alternativa utilizada por otros laboratorios.

	Nuestro laboratorio	Alternativa
Hipofunción vestibular	22%	20-30%
Preponderancia direccional	25%	20-50%
Hiporreflexia vestibular	<10°/s	<22-30°/s
Hiperreflexia vestibular	>90°/s	80-100°/s
Índice fijación visual	<50%	50-70%

gistro es o no válido para su posterior interpretación. Por otro lado, debemos comparar dichos resultados con los valores de normalidad que hayamos determinado en nuestro laboratorio.

Valor de la prueba calórica normal

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta ante un registro normal, es que una prueba normal no indica ausencia de patología en el sistema vestibular.

Como ya hemos comentado anteriormente, una de las limitaciones de la prueba calórica es que tan sólo estudia el canal semicircular horizontal y a un rango frecuencial muy bajo. De este modo no podemos garantizar con una prueba normal, que el paciente no tenga ninguna otra alteración en el resto de canales o del utrículo o sáculo.

Por otro lado, existen patologías en nuestra área que pueden cursar con una calórica normal, como por ejemplo el vértigo posicional paroxístico benigno, la neuritis vestibular inferior, la enfermedad de Ménière en sus estadios iniciales o el vértigo asociado a migraña, entre otros muchos.

Por esta razón el clínico debe de mostrarse muy cauto al descartar un vértigo periférico, basándose únicamente en las pruebas calóricas.

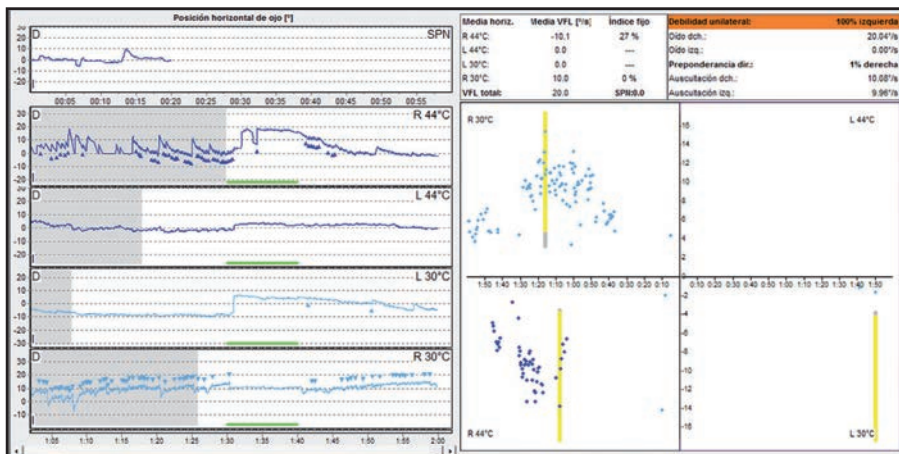
Valor de la hipofunción vestibular unilateral

El hallazgo de una paresia canalicular o hipofunción vestibular, implica una lesión en el canal semicircular horizontal o de su vía neuronal aferente del oído, que mostró una menor respuesta a las irrigaciones calóricas (Fig. 5).

Esto implica que cualquier lesión del canal horizontal, el nervio vestibular superior o la zona de entrada del mismo en el tronco del encéfalo pueden provocar una hipofunción vestibular objetivable por unas pruebas calóricas.

De este modo, cualquier lesión que afecte a la vía anatómica descrita, puede provocar una paresia canalicular. Ese es el caso de una laberintitis, una contusión laberíntica, la enfermedad de Ménière en fases intermedias o avanzadas, la neuritis vestibular o el neurinoma del acústico, como ejemplos característicos de patologías

Figura 5. Arreflexia vestibular izquierda. Se aprecia de modo claro como en el oído izquierdo las irrigaciones calóricas no han generado ninguna respuesta nistágmica, con lo que se obtiene una paresia canalicular severa de ese oído.



de cada área anatómica susceptible. Puesto que la vía anatómica es amplia, *es preciso recordar que existe patología del sistema nervioso central, que puede cursar con alteración de la prueba calórica.*

Tal es el caso de aquellas patologías que afecten la zona de entrada del nervio vestibular en el tronco, como por ejemplo la esclerosis múltiple. Del mismo modo, aquellos cuadros que cursen con alteración del aporte vascular del laberinto, también presentarán una hipofunción vestibular en las pruebas calóricas de manera muy similar al encontrado en los casos de neuritis vestibular, como por ejemplo, la alteración de la arteria auditiva, la arteria vestibular anterior, el síndrome de Wallenberg o la migraña (tabla 3). *De hecho, en algunos de estos casos, el diagnóstico se realiza exclusivamente basándose en los factores de riesgo para patología cerebrovascular (Jacobson, Shepard, 2007).*

Valor de la hiporreflexia

Cuando nos encontramos un registro en el que la respuesta a las cuatro irrigaciones es anormalmente baja (Fig. 6), tenemos que considerar la posibilidad de que exista una hipofunción vestibular bilateral. Ante esta posibilidad tenemos que tener en cuenta varias consideraciones.

La primera, es que una de las causas mas frecuentes de este tipo de registros, es que la prueba no se realizó correctamente, en términos de generar la suficiente alerta al paciente, o que éste hubiese tomado medicación que pudiera generar una pequeña sedación o depresión del SNC.

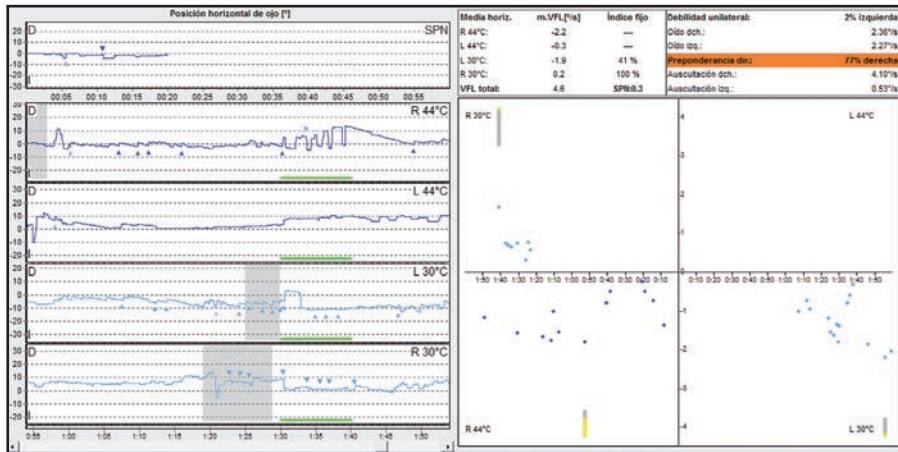
La segunda es que *el clínico no debe fundamentar una disfunción vestibular bilateral basándose exclusivamente en la prueba calórica.* Una de las pruebas más idóneas para este caso son las prue-

Tabla 3. Diagnóstico diferencial de la hipofunción vestibular bilateral

Ototoxicidad
Meniere
Neuritis vestibular bilateral
Laberintitis
Oclusión vascular
Meningitis,
Enfermedad de Cogan
Tumores
Radioterapia
TCE
Degeneración cerebelosa
Neuropatías periféricas
Post-meningitis
Cogan
Behçet
LES, policondritis, AR juvenil, AR del adulto, vasculitis cerebral, PAN, granulomatosis de Wegener, arteritis de células gigantes
Malformación congénita
Vestibulopatía familiar
Fractura temporal bilateral
Dolicoectasia vertebrobasilar
Enf de Camurati-Engelmann
Presbiataxia
Enf de Paget
Laberintitis fibro-osificante
Mitocondriopatía
Macroglobulinemia

bas rotatorias que se desarrollarán posteriormente. Puesto que la prueba calórica solamente estimula un pequeño rango frecuencial, necesitamos de un estudio más completo para poder valorar la función vestibular en toda su amplitud. En caso de no disponer de pruebas rotatorias, el estímulo con agua helada nos puede aportar información fidedigna del

Figura 6. Hiporreflexia. La poca respuesta obtenida en las cuatro irrigaciones dan un valor de la reflectividad global de 4.6%/s. Este resultado orienta a un posible patrón de disfunción vestibular bilateral.



comportamiento de la función vestibular del canal horizontal en la frecuencia estudiada. Otro método para valorar el comportamiento de ambos vestíbulos es la maniobra oculocefálica (Head thrust test) o su forma video asistida y computarizada, el video Head Impulse Test que también se abordará al final de esta ponencia.

La disfunción vestibular bilateral se ha asociado a numerosas patologías, tanto centrales como periféricas, lo que obliga a un diagnóstico diferencial amplio (tabla 4). No obstante, la mayor parte de las veces, el diagnóstico no llega a efectuarse, siendo en la mayoría una causa idiopática.

De las causas conocidas, la más frecuente es la generada por fármacos ototóxicos. Existe la posibilidad de que una causa infecciosa, como la infrecuente neuritis vestibular secuencial, otitis media crónica bilateral o meningitis, sea la responsable de este hallazgo. Causas de origen central como degeneración cerebelosa, tumores o patología vascular también está descrita como posible factor etiológico.

Tabla 4. Lesiones que generan una hipofunción vestibular unilateral.

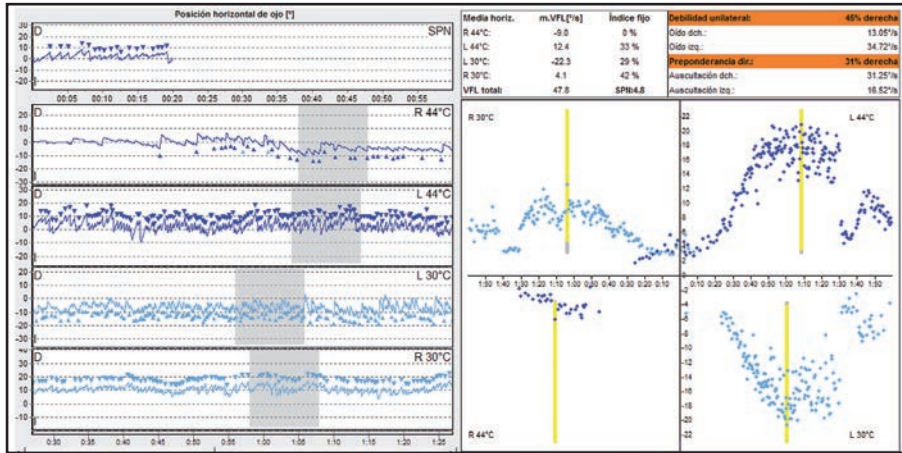
Patología periférica	Patología central
Contusión laberíntica	Esclerosis múltiple
Laberintitis	Infarto arteria auditiva
Fístula perilinfática	Infarto arteria vestibular anterior
Enfermedad de Ménière	Síndrome Wallenberg
Neuritis vestibular	Migraña vestibular
Neurinoma del acústico	Vértigo paroxístico de la infancia

Valor de la preponderancia direccional

La preponderancia direccional aparece básicamente, cuando las respuestas nistágmicas en una dirección son más intensas que las provocadas en la dirección contraria. Este hallazgo básicamente indica que existe una asimetría en el VOR del canal horizontal, pero no nos da ninguna información localizadora, ya que es un hallazgo descrito tanto en lesiones periféricas como localizadas en el sistema nervioso central.

La preponderancia direccional en las pruebas calóricas, está habitualmente asociado a la presencia de un nistagmo

Figura 7. Paresia canalicular ipsilateral a la preponderancia direccional. Aunque no es patognomónico, es característico de la enfermedad de Ménière.



espontáneo preexistente, que genera que las respuestas en una dirección sean más fuertes que en la contraria. Frecuentemente está vinculado a una paresia canalicular, que es la responsable de dicho nistagmo espontáneo, y aunque no tiene valor localizador, es habitual encontrar una paresia de un lado con una preponderancia direccional hacia el lado contrario.

No obstante, no es infrecuente que nos encontremos una preponderancia direccional ipsilateral al lado lesionado. Aunque no es un hallazgo patognomónico, si que es característico de la enfermedad de Ménière, debido a las distintas fases que puede tener el nistagmo en este cuadro (Fig. 7).

Otra situación distinta e infrecuente, pero que ha de ser tenida en cuenta por el clínico, es el de la *preponderancia direccional aislada*, también denominada por algunos autores como de *asimetría de ganancia*. En este caso, la preponderancia no está generada por un nistagmo espontáneo preexistente, ni asociada a una paresia canalicular unilateral. Algunos autores han considerado que este hallazgo es muy sugestivo de centrali-

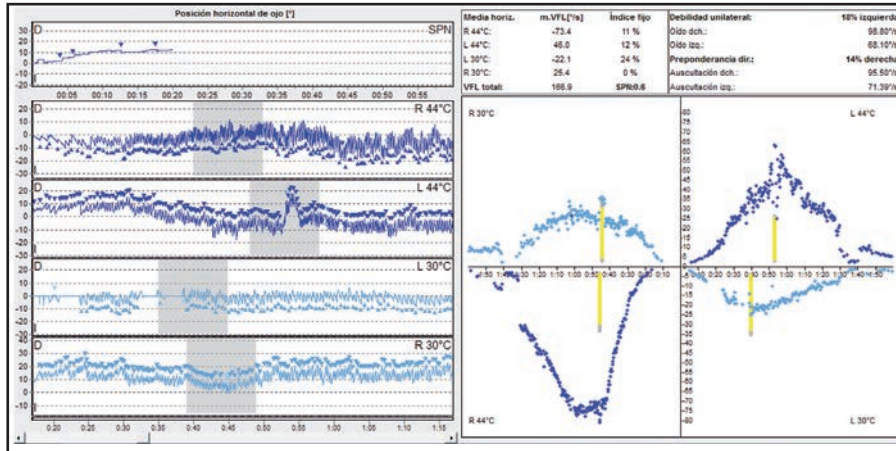
dad (Baloh y Honrubia, 2000), pero otros (Halmagyi, 2001) lo atribuyen principalmente a causas vestibulares periféricas., con lo que en la actualidad aconsejamos negar cualquier valor localizador a este hallazgo y considerar su relevancia en función del resto de información que el caso clínico aporte.

Valor de la hiperreflexia

La hiperreflexia calórica se produce cuando el valor absoluto de la suma de los picos máximos de respuestas de cada irrigación superan los 90°/s (Fig. 8), aunque este valor depende de cada laboratorio vestibular.

La causa más frecuente se debe realmente a mala realización de la prueba o artefactos de la misma, tales como excesiva alerta o nerviosismo del paciente, cavidades de mastoidectomía, perforaciones timpánicas o cualquier alteración anatómica que justifique una irradiación de calor superior a lo normal. Cuando el valor de la hiperreflexia no puede ser justificado por ninguna de las circunstancias anteriores, debemos de tener en consideración, que ese hallazgo esta frecuentemente asociado a patolo-

Figura 8. Hiperreflexia. El valor de la suma de cada una de las irrigaciones nos da un total de 166.9%/s, que supera significativamente el valor de normalidad.



gía central, especialmente situado en el cerebelo.

Valor de la fijación visual

Se puede considerar un fallo de la fijación visual cuando el nistagmo calórico está insuficientemente reducido con la fijación de la mirada.

Es un hallazgo de valor clínico importante, que ayuda a localizar la patología en el área del flóculo cerebeloso o estructuras adyacentes.

Es importante recalcar, que una buena supresión nistágmica con la fijación visual, no excluye patología central. Como hemos dicho es un dato de importancia clínica, pero los mecanismos de fijación visual pueden estar indemnes en múltiples cuadros clínicos centrales.

Detección de artefactos

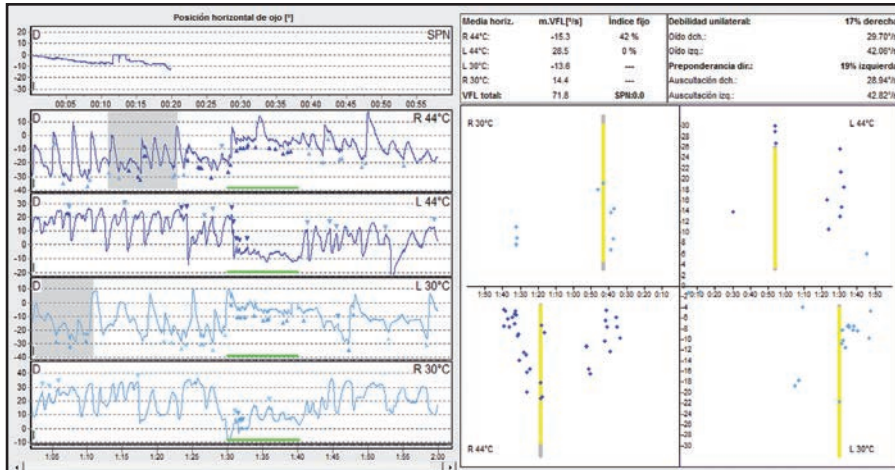
A lo largo del presente capítulo se ha enumerado los posibles artefactos en la prueba y como evitarlos en la medida de lo posible. Aún así es un asunto de especial importancia, porque su detección puede cambiar significativamente la interpretación de la prueba, por lo que los vamos a enumerar de modo resumido.

Uno de los artefactos más comunes y sencillos de detectar es el parpadeo. Habitualmente el software del equipo puede distinguir un nistagmo normal de un parpadeo, pero es muy importante, por parte del examinador que revise el registro calórico en su totalidad. Como hemos comentado anteriormente, el dato más importante en la prueba calórica es el pico de máxima respuesta, y un simple parpadeo puede alterar toda la prueba, simplemente porque puede ser confundido con un nistagmo muy intenso (Fig. 9).

Esta puntualización es igualmente válida para todas las anomalías oculares que pueden ser confundidas con un nistagmo, como por ejemplo las oscilaciones macrosacádicas o las ondas cuadradas. Independientemente de la repercusión clínica que ese hallazgo en particular pueda tener, un movimiento ocular anormal puede ser confundido con un nistagmo.

Un factor a tener en cuenta a la hora de evaluar el registro es que habitualmente los nistagmos suelen tener un aumento o descenso suave en su intensidad, con lo que los nistagmos adyacentes son si-

Figura 9. Registro artefactado por múltiples parpadeos. El registro calórico es anómalo, con múltiples oscilaciones oculares, que el software puede malinterpretar como nistagmos. El registro calórico de cada una de las irrigaciones es inconsistente, y los picos de máxima respuesta detectados por el sistema, no son reales.



milares. Por este motivo, cuando identifiquemos un aumento brusco de la velocidad de la fase lenta, es importante que descartemos que no se trate de un artefacto.

Otro artefacto ya explicado anteriormente es la presencia de un nistagmo espontáneo preexistente. Para evitar los problemas que su omisión pueda generar, es importante siempre dedicar unos minutos a su observación y registro.

Por último, hay que tener en consideración el grado de alerta del paciente. Ya hemos comentado anteriormente como una alerta excesiva, puede sobredimensionar un pequeño nistagmo de posición o provocar una hiperreflexia, que nos podría cambiar la orientación del cuadro.

Indicación de la prueba

Cuando la prueba calórica era prácticamente la única prueba vestibular disponible en la mayoría de los centros, la indicación de la prueba se extendía de modo general al estudio del paciente con sospecha de disfunción vestibular.

Hoy en día, gracias al amplio desarrollo de distintas pruebas vestibulares, podríamos decir que una clara indicación de las pruebas vestibulares calóricas es la evaluación del VOR del canal semicircular horizontal. Esta afectación está habitualmente presente en patología como la neuritis vestibular, la enfermedad de Ménière en fases avanzadas, el vértigo asociado a migraña o la contusión laberíntica entre otros.

Aunque la normalidad de la prueba, no excluye de ningún modo ni patología vestibular periférica ni central, ciertas características de la misma, nos puede ayudar para confirmar una sospecha de centralidad (el hallazgo de una hiperreflexia, o una mala inhibición del nistagmo calórico) Ya que esta prueba, nos provee de un registro válido, también es frecuentemente utilizada en el marco medico-legal donde necesitamos una prueba objetiva.

Casos clínicos

En la figura 5 aparece el registro calórico de un paciente que sufrió un cuadro

de vértigo rotatorio intenso de horas de duración que le mantuvo postrado en la cama durante 4 días. El paciente no asoció ninguna clínica auditiva ni sugestiva de centralidad.

En la Urgencia fue evaluado y se objetivó un nistagmo espontáneo intenso grado III horizontal derecho con una maniobra oculocefálica positiva a la izquierda y un Fukuda con lateropulsión izquierda. Dada la armonía del cuadro, con el diagnóstico de vestibulopatía aguda izquierda se trató con sedantes vestibulares y se remitió a la consulta para la realización de pruebas vestibulares.

Las pruebas calóricas ponen de manifiesto una evidente paresia canalicular izquierda, lo que unido a la ausencia de VEMPs de ese mismo lado y la disminución de la ganancia del vHIT, nos dirigen claramente a un cuadro de neuritis vestibular izquierda, distinguiéndolo de cualquier episodio de vértigo agudo de horas de duración como podría ser un Ménière incipiente o un vértigo asociado a migraña que no suelen generar tanto daño vestibular.

En la figura 6 representamos el caso de un paciente con una enfermedad de Ménière de varios años de evolución. Aunque inicialmente toda la sintomatología estaba enfocada sobre el oído izquierdo, hace tres años aproximadamente que el paciente refiere que el acúfeno y la fluctuación auditiva son más intensas en el oído derecho. En el transcurso del último año, el paciente tiene clínica de vértigo recurrente, pero la clínica auditiva se ha tornado imprecisa y el paciente no es capaz de localizar el oído más activo. La audiometría pone de manifiesto una

hipoacusia neurosensorial pantonal con un umbral tonal medio en torno a 60 dB, sin que en las revisiones periódicas del paciente objetivemos ningún tipo de fluctuación. Las pruebas calóricas muestran una reflectividad global de 4.6°/s.

En este caso y con esta información, la principal sospecha es que existe una afectación bilateral, tal y como la clínica nos lo sugiere. Este hecho nos obliga a ser precavidos, antes de indicar cualquier tipo de tratamiento, que genere una afectación añadida de la función vestibular como la gentamicina intratimpánica o una cirugía. Para conocer de modo más concreto el grado de afectación bilateral estaría indicada la realización de unas pruebas vestibulares rotatorias y un vHIT. ■

Puntos clave

- Las pruebas calóricas siguen siendo en la actualidad el patrón de oro de las pruebas vestibulares y es imprescindible conocer su fundamento y metodología.
- La afectación calórica no solo es exclusiva de la patología periférica, existen múltiples cuadros centrales con posible paresia canalicular.
- La prueba calórica también nos permite valorar cuadros centrales gracias a los valores de reflectividad, de inhibición visovestibular o de alteración del nistagmo calórico.

Bibliografía recomendada

1. P.Jacobson, Shepard NT. Balance Function Assessment and Management.2008. Plural Publishing: San Diego.
2. Goebel JA. Practical Management of the Dizzy patient. St Louis. Walter.Lippicot. 2008.

2

POTENCIALES VESTIBULARES EVOCADOS MIOGÉNICOS (VEMPs)

Dra. Christiane Zschaeck Luzardo

- 2.1. Introducción
- 2.2. Fundamentos teóricos
- 2.3. Metodología de realización.
Valores de normalidad
- 2.4. Interpretación de resultados
- 2.5. Detección de artefactos
- 2.6. Indicación de la prueba
- 2.7. Casos clínicos

Introducción

El Potencial Evocado Miogénico Vestibular (VEMP) es un reflejo muscular de latencia corta y gran intensidad, producto de la estimulación del sáculo y/o utrículo, por una gran variedad de estímulos.

El término miogénico se ha usado para indicar el origen muscular de la actividad eléctrica y no de la actividad neural, como es el caso de los potenciales evocados.

Según el músculo donde se obtiene dicho potencial, éstos se clasifican en:

- Potencial Evocado Miogénico Cervical (c-VEMP) siendo el registro más frecuente a nivel del esternocelidomastoideo (ECM).
- Potencial Evocado Miogénico Ocular (o-VEMP), cuando el registro se realiza en el músculo oblicuo inferior o recto inferior.

Este potencial, como se conoce actualmente, fue descrito por Colebach y Halmagyi en 1992, quienes midieron la actividad electromiográfica del esternocleidomastoideo tras estimulación de los órganos vestibulares mediante clicks.

Es un potencial que ha ganado popularidad recientemente, por su utilidad clínica en la exploración de la función sacular y del nervio vestibular inferior (en el caso del c-VEMP cuya estimulación se realiza por vía aérea). Recientemente se está estudiando su utilidad en la exploración del utrículo y del nervio vestibular superior (en el caso del o/c-VEMP con estimulación por vía ósea). El o-VEMP por vía aérea y el VEMP por vía ósea estimula tanto al sáculo como al utrículo (Taylor et al.2011)

Fundamentos teóricos

Potencial Miogénico Cervical

El potencial miogénico vestibular, es un reflejo muscular, de latencia corta, provocado por la estimulación de los órganos vestibulares mediante un estímulo auditivo a gran intensidad (por vía

aérea o por vía ósea), vibratorio o eléctrico. Su respuesta se registra mediante electrodos de superficie colocados en distintos músculos.

El registro de este potencial consiste en una onda bifásica, identificándose la primera onda, si es de polaridad positiva como p1 o si es de polaridad negativa n1, y la segunda onda, si es de polaridad negativa como n1, y si es de polaridad positiva p1.

Los estudios neurofisiológicos han demostrado que el sistema vestibular, en especial el sáculo, responde a estímulos auditivos y que las neuronas vestibulares se activan a frecuencia e intensidad del rango auditivo de los humanos.

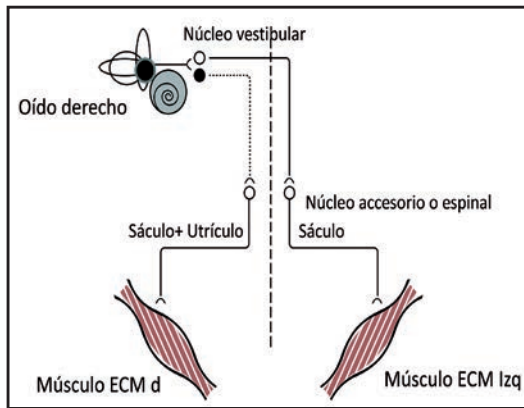
Se ha documentado que el sáculo tiene una vía inhibitoria ipsilateral, mientras que el utrículo y probablemente los canales comparten una vía y es exitatoria del ECM contralateral (Kushiro et al 1999) (Fig. 1).

En la práctica, en el c-VEMP por vía aérea, la respuesta es dependiente de la estimulación sacular ipsilateral, y su alteración se interpreta como una disfunción de este órgano. (Brantberg et al. 2004).

Es de especial importancia saber la influencia que tiene sobre la amplitud del registro determinadas variables como la intensidad del estímulo, el tipo de estímulo y la contractibilidad del músculo que estamos testando. La amplitud del c-VEMP está influenciada por la actividad muscular del ECM, por la intensidad a la que se realiza el estímulo y por la frecuencia de estimulación.

En cuanto a la actividad muscular, la amplitud es directamente proporcional a la fuerza de contracción, exigiéndose como mínimo para que el potencial aparezca una actividad muscular mayor a 50 micro voltios. (Bath et al. 1998). Este hecho es muy importante porque, una contracción muscular no regulada, pue-

Figura 1. Reflejo vestibulo cervical: El sonido estimula la mácula sacular y utricular. El estímulo sacular viaja por el nervio vestibular inferior a los núcleos vestibulares para producir una inhibición de la contracción del ECM a través del nervio espinal. El utrículo ipsilateral también presenta una proyección inhibitoria sobre el ECM ipsilateral y tiene una proyección excitatoria sobre el ECM contralateral.



de dar lugar a errores de interpretación de la asimetría resultante. Por ejemplo, en el hipotético caso de que contrajésemos más un lado que el otro, daría lugar a una asimetría, que nos llevaría a la conclusión de un déficit vestibular del lado menos contraído.

La intensidad, cuando la estimulación se realiza por encima del umbral, tiene una relación lineal con respecto a la amplitud. Es decir, una vez superado el umbral de estimulación, la amplitud del potencial crece a medida que aumentamos la intensidad del estímulo.

La frecuencia, por el contrario no tiene una relación lineal. Se ha visto que cuando el estímulo se realiza con tone burst, la respuesta es más amplia, cuando el rango de estimulación se encuentra entre 200 y 1000 Hz, encontrándose mayor amplitud de respuesta alrededor de 500 Hz. (Halmagyi et al 1994). La amplitud de la respuesta con tone burst es mayor que la obtenida al estimular con clics de

0,1 ms, porque los primeros tienen una duración mayor, con la consiguiente mayor transmisión de energía.

La latencia es el parámetro más robusto, puesto que no se altera ni con la contracción muscular, la intensidad del estímulo, ni con el tipo de estímulo que estamos generando al paciente. Por este motivo, si existe una alteración significativa de la latencia, tendremos que descartar cualquier tipo de alteración central.

Finalmente la edad es un factor a considerar, ya que ésta influye en la amplitud. Independientemente del estímulo utilizado, a mayor edad menor probabilidad de encontrar respuesta y si ésta existe, la amplitud suele disminuir. Esta disminución de la amplitud tiene que ver más con una degeneración por la edad del órgano vestibular, que con el tono muscular del ECM. (Basta et al. 2007).

Potencial Miogénico Ocular

El VEMP ocular representa una actividad electromiográfica de los músculos extraoculares sincrónica y que se asocia con el reflejo vestibulo ocular.

Este potencial ha sido propuesto como otro test para evaluar la función Vestibular. El mismo consiste en una serie de ondas con un primer pico negativo n10 o p1 y un segundo pico positivo p15 o p1. El pico inicial representa la activación muscular temprana, y su polaridad así lo indica, al igual que el c-VEMP. Este primer componente de la onda tiene similar umbral y frecuencia de estimulación que el c-VEMP, siendo la respuesta de mayor amplitud, cuando el estímulo por vía aérea esta entre 400-800 Hz, mientras que con vía ósea es a 100 Hz o inferior. (Chihara et al 2009.)

El c-VEMP se considera que su origen es vestibular y no auditivo, ya que está presente en pacientes cofóticos y no

aparece en aquellos pacientes con disfunción vestibular bilateral completa.

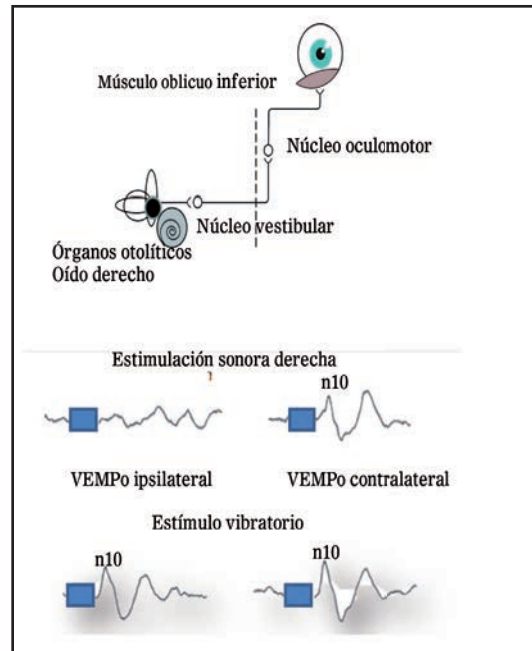
Cuando los electrodos son colocados cercanos al parpado inferior, se registra la actividad del musculo oblicuo inferior, y la actividad tónica del mismo aumenta al pedirle al paciente que mire hacia arriba, aumentando así la amplitud del potencial, como lo han objetivado múltiples estudios.

Varios estímulos han sido utilizados para obtener dicho potencial, similares al c-VEMP, es decir vía aérea, ósea y por percusión. Iwasaki et al. observan que, en sujetos normales, la percusión frontal con martillo de reflejos y la vibración aplicada en la frente, produce una onda negativa en ambos músculos oblicuos inferiores (Iwasaki et al 2008). Chihara de igual forma registra, con estímulo por vía aérea, una respuesta mayor en el lado contralateral al oído estimulado, sugiriendo por primera vez el origen cruzado del reflejo.

En trabajos realizados entre 2009 y 2012 por diferentes autores en pacientes con neuritis vestibular superior, encuentran ausencia de respuesta tanto con la estimulación aérea como ósea, concluyendo que la respuesta con ambos estímulos se origina en la división superior del nervio vestibular, y por ende su ausencia o la presencia de una asimetría patológica, traducen un daño utricular. Sin embargo, se desconoce la importancia de fibras provenientes de la porción anterior del sáculo en este reflejo. Aunque las proyecciones sáculo-oculares son débiles, su existencia ha sido demostrada por varios estudios.

Dada las diferentes características y propiedades del utrículo y el sáculo, se ha sugerido que, dependiendo del tipo de estímulo utilizado en el o-VEMP, dirección de estimulación o frecuencia, este tipo de potencial podría reflejar también la función *sacular* (Fig. 2).

Figura 2. VEMP ocular: Reflejo vestibulo ocular: Proyección propuesta de los órganos otolíticos (utrículo) sobre el músculo oblicuo inferior. Un estímulo sonoro por vía aérea en el oído derecho produce una onda positiva negativa (n10-n15) en el lado contralateral. Con el estímulo vibratorio se produce una respuesta bilateral.



Metodología de realización y Valores de normalidad

Condiciones del entorno e interferencias eléctricas

La habitación donde se realiza esta prueba debe estar aislada, con poco ruido y teniendo cuidado de que no existan interferencias eléctricas (que los cables de conexión no contacten entre sí).

Electrodos e impedancias

Previo a la colocación de los electrodos en la piel, ésta debe prepararse con un exfoliante, lo que permitirá que las impedancias sean correctas.

Es importante la correcta colocación de electrodos. Nosotros usamos la forma recomendada por la Barany Society desarrollada en su guía del 2012. (Papathanasiou et al 2012.)

Los electrodos activos se deben colocar en el tercio medio del esternocleidomastoideo, y para asegurar su correcta ubicación se le pide al paciente que rote la cabeza hacia el lado contralateral, para así identificar mejor el músculo (ECM).

El electrodo de tierra en la frente y el electrodo de referencia sobre el esternón o cercano a él. Nosotros lo colocamos con frecuencia en el mentón ya que en ocasiones, la cercanía a la fosa clavicular, nos ha ocasionado interferencia con el latido cardíaco. Esta forma de colocar los electrodos permite evaluar ambos ECM sin cambiar los mismos.

Dependiendo del tipo de programa utilizado, la onda puede salir con la polaridad invertida, y eso puede inducir error a la hora de marcar la misma (marcado de la p1 en el sitio del n1, malinterpretando una latencia prolongada). (Fig. 1,2,3) Por esta razón es muy importante conocer a la perfección el manual del programa que estamos manejando.

Impedancias

Una vez colocados los electrodos se debe corroborar que las impedancias son correctas: éstas deben estar por debajo de 5 KOHM (Fig. 4).

Auriculares

Existen auriculares de inserción o de casco (TDH39). Éstos son los recomendados por la guía de la Sociedad Barany y son los que aparecen en la Fig. 5, 6.

Parámetros de registro para la realización de VEMPs cervicales y oculares por vía aérea (Fig. 7).

Figura 3-1. Onda de polaridad invertida: podríamos marcar erróneamente la primera onda positiva como p1 y ésta aparece entonces a los 25 ms.

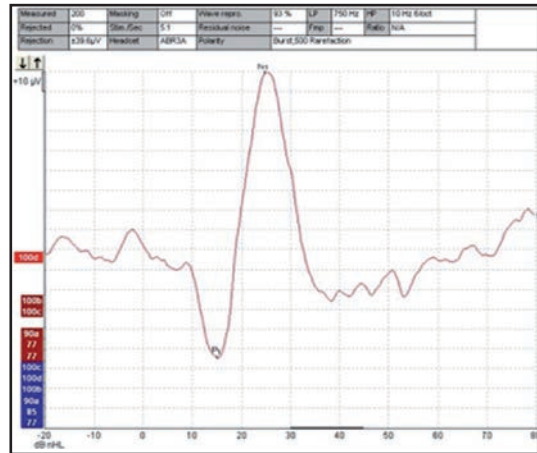


Figura 3-2. En el set up del programa debe seleccionarse el icono "invert vemp on screen" para que así aparezca las ondas como las conocemos: primera onda de polaridad positiva y segunda de polaridad negativa.

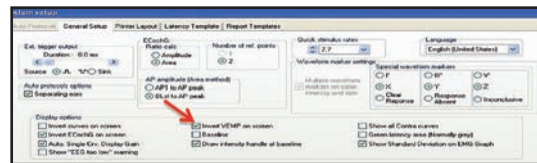


Figura 3-3. Ondas de p1 de polaridad positiva n1 de polaridad negativa.

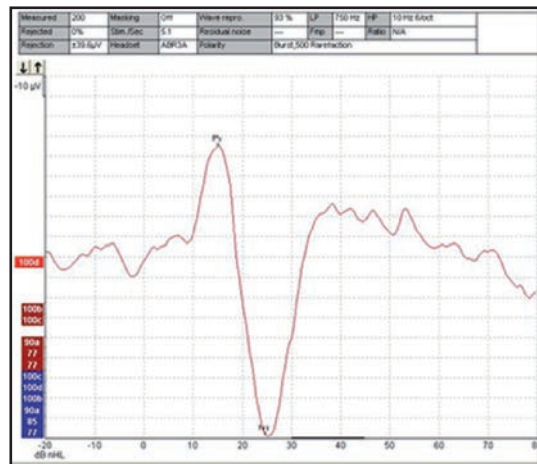


Figura 4. Correcta impedancia de todos los electrodos. Si alguna de éstas no estuviera correcta, la luz sería roja y habría que revisar el electrodo y limpiar mejor la piel.



Figura 5. TDH 49, telephonics corp.



Figura 6. Auriculares de inserción.

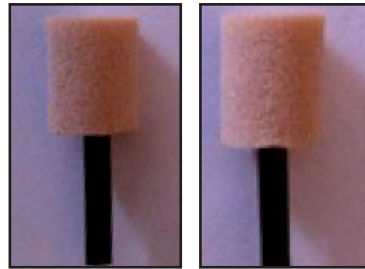
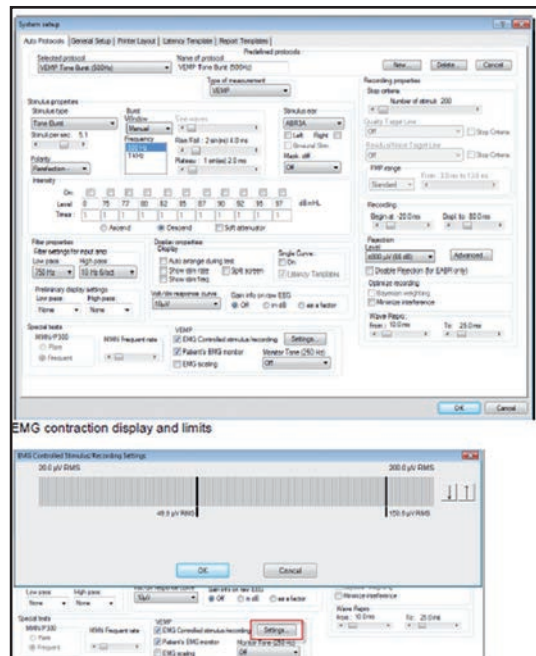


Figura 7. Parámetros de registro en el set up del sistema.



Registro

- Rateo 3-5 por segundo
- Filtros (20-2000 Hz)
- 100-200 barridos (mseg)
- Apagado del sistema de rechazo de artefactos
- Amplificación 5,000
- Tiempo del estímulo 50-100 ms

Estímulo

Intensidad:

Todos los estímulos deben estar calibrados en sound pressure level (SPL).

- Click:
 - 0,1 ms de duración
 - 80-140dB peak SPL
- Tone burst
 - 400-600Hz
 - Duración máx del estímulo de 7 msec (1 ms tiempo de aparición y desaparición del estímulo con 2 ms de duración del mismo)
 - 100-135 dB peak SPL (100 dB nHL corresponden alrededor de 135 a 140 SPL)
- LAeq no debe superar el recibir mas de 85dB durante 8 horas (Laeq es una medida de energía aportada al oído y se usa como criterio para evitar el trauma acústico).

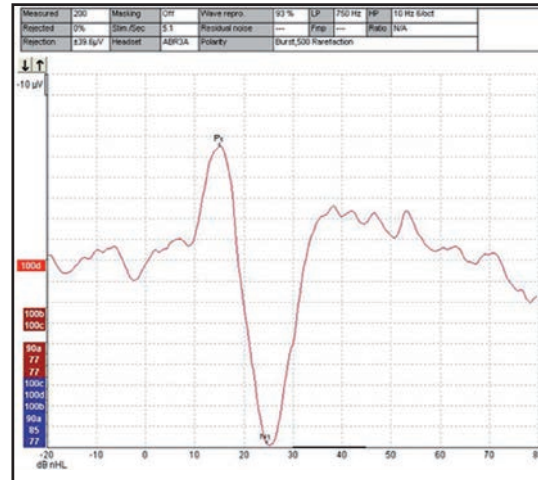
Es importante que el registro se inicie 20-30 milisegundos antes de que se realice el estímulo sonoro para así comprobar y comparar la línea de base del electromiograma del ECM (Fig. 8).

Para la realización del o-VEMP es necesario realizar ciertas modificaciones:

En el caso del o-VEMP, el electrodo activo se coloca justo por debajo del reborde orbitario inferior, coincidiendo con el centro del ojo. El de referencia se coloca 15 mm por debajo del anterior a cada lado. Deben estar simétricos y cercanos para que la actividad eléctrica circundante no interfiera con el potencial, pero sin solaparse uno con el otro. El electrodo de tierra se coloca en el esternón o en el mentón. Pueden utilizarse los electrodos de electromiograma recortados a demanda o los electrodos de Ag/AgCl usados para EEG. (Rosengren et al.2010).

El potencial puede hacerse sentado o reclinado, pero pidiéndole al paciente que relaje la musculatura de la cara y que intente no parpadear. Mientras que se realiza la prueba puede activarse el rechazo de artefacto o hacer intervalos cortos de la prueba para que el paciente descanse.

Figura 8. Registro electromiográfico 20 milisegundos previos al estímulo.



Debe estandarizarse la dirección de la mirada mientras que se realiza el potencial, ya que la amplitud del mismo aumenta con la mirada hacia arriba, con lo que los pacientes deben evaluarse con el mismo ángulo de la mirada, que el grupo control con el que se van a comparar.

Algunos autores proponen que el paciente mire hacia arriba aproximadamente 25 ° de la línea horizontal, y que mantengan la mirada en un punto, 57 cm por encima de los ojos.

En este potencial no es necesario corregir la amplitud en función de la actividad electromiográfica de fondo.

Registro

- Rateo 3-5 por segundo
- Filtros (5 Hz-1 kHz)
- 100-500 barridos (mseg)
- Amplificación 50,000-100,000
- Tiempo del estímulo 50-100 ms

Parámetros de registro para la realización de VEMPs cervicales y oculares por vía ósea

Como mencionamos en apartados previos, la estimulación ósea puede realizarse de varias maneras. Hoy en día, los

parámetros de estímulo no están estandarizados como los VEMP por vía aérea.

La estimulación puede realizarse mediante percusión manual con martillo de reflejos, o con vibrador mastoideo (Brüel and Kjaer minishaker 4810). Este estímulo también debe estar calibrado, y la medida utilizada es en dB FL (force level), usando un micro newton como referencia. Las intensidades utilizadas están entre 135 y 150 db peak FL.

La percusión se realiza sobre una gasa en la línea media de la frente a razón de una percusión por segundo, mientras que el estímulo con vibrador mastoideo es de 1 click de 1 ms, a razón de 5 por segundo.

La frecuencia de estimulación se encuentra entre 100 -500 Hz.

El registro electromiográfico se amplifica alrededor de 2500 y el filtro está entre 20 y 2000 Hz. Se realizan 100 repeticiones de media (Kimanh et al 2010).

Electromiograma/contractilidad del esternocleidomastoideo (ECM)

Uno de los elementos más importantes a controlar durante la realización del c-VEMP, es el registro de la actividad electromiográfica de base del ECM, por tres razones:

1. Asegurar un adecuado nivel de contracción del músculo, que debe estar entre 50 y 200 microvoltios.

2. Permitir corregir el movimiento de la cabeza para igualar el nivel electromiográfico de cada lado.

3. Registrar la actividad muscular previa al registro del potencial para así normalizar los valores de la amplitud con respecto a ésta. Esta normalización se puede realizar dividiendo la amplitud p1-n1 sin rectificar la media de la actividad electromiográfica previa rectificadas.

En la mayoría de los laboratorios, para mantener la actividad muscular necesaria,

se monitoriza el registro electromiográfico o se realiza un feed back visual (barra de actividad, carita feliz, etc.) entre otras. En el caso de la barra de actividad, sus límites deben estar entre 50 y 150 microvoltios. En nuestro laboratorio, con el equipo que utilizamos (plataforma Eclipse) (R), cuando el paciente está por debajo de la contracción deseada, la barra es roja para el oído derecho y azul para el oído izquierdo y cuando está dentro de los valores normales, ésta es de color verde.

La contracción del ECM se puede lograr de dos formas:

1. Rotación cefálica.

- a. El estímulo es unilateral. La rotación es contraria al lado estimulado, es decir, si se estimula el oído izquierdo, la cabeza debe girarse hacia la derecha. (Fig. 9).

- b. Debe prestarse atención que no se roten los hombros con la cabeza porque esto disminuiría la contractilidad del ECM.

2. Flexión anterior de la cabeza en decúbito supino (Fig. 10).

- a. Estímulo bilateral (Permite objetivar la respuesta contralateral).

- b. Requiere mayor esfuerzo físico.

- c. Puede dar falsos negativos por debilidad muscular.

- d. Útil en niños.

- e. Menor tiempo de realización de la prueba.

¿Como realizar el c-VEMP por vía aérea paso a paso?:

En primer lugar, comprobamos mediante otoscopia, audiometría y timpanometría, que no existe hipoacusia de transmisión. Esto es de especial relevancia, porque en caso de existir cualquier alteración del mecanismo de conducción del sonido, al no llegar el estímulo acústico al sáculo, no habría respuesta muscular.

Se inicia el registro en alguno de los

oidos y se marcan la primera onda positiva o p1 o p13 y la onda negativa que le sigue o n1 o n23 (Fig. 11).

Para garantizar la reproducibilidad de las ondas, se deben realizar al menos dos registros a cada una de las intensidades deseadas (100 dB NHL, 90 dB NHL, 80 dB NHL....) hasta encontrar el umbral de cada oído. Es importante saber que un estímulo a 100 dB NHL equivale alrededor de 135 a 140 dB SPL.

Una vez que se obtienen ambos registros se procede al pareamiento de las ondas, (Fig. 12) para que así se puedan comparar sus amplitudes y el software calcule el porcentaje de asimetría. Finalmente se debe realizar el escalado de las ondas. Éste se realiza con la intención de normalizar la amplitud del potencial en función de la actividad electromiográfica de cada lado previa al estímulo. (Actividad media electromiográfica rectificada) (Fig. 13). Esto permite una comparación más

Figura 11. Marcado de onda p1 n1. Se pueden observar las latencias entre las ondas medidas en milisegundos y la inter amplitud, medida en microvoltios.

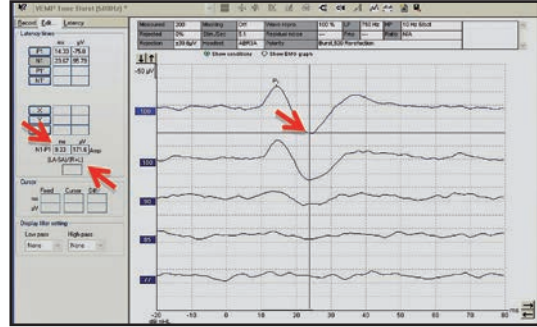


Figura 12. Pareamiento de las ondas.

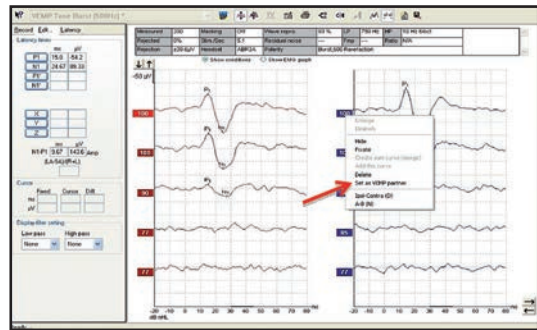


Figura 13. Escalado de las ondas.

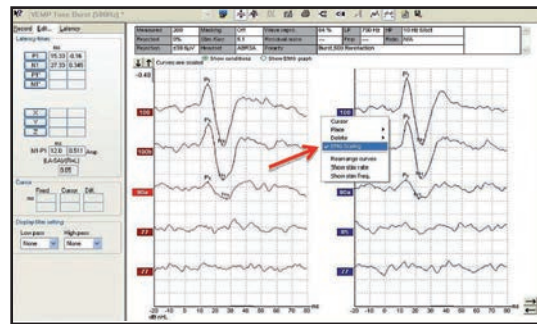
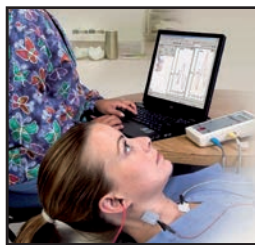


Figura 9. Rotación cefálica contraria al lado estimulado: estímulo izquierdo con rotación cefálica hacia la derecha. Hombros no pueden rotar con la cabeza.



Figura 10. Estímulo bilateral: flexión anterior de la cabeza.



precisa entre la contractilidad del lado izquierdo y derecho del ECM, obteniendo así un valor correcto de la simetría de la amplitud. Como hemos dicho previamente, en caso de una asimetría en la contracción muscular, resultaría en una potencial

igualmente asimétrico, lo que generaría un error en la interpretación. Con el escalado, eliminamos el artefacto que suponría ese hecho.

Por último, es importante comprobar la reproductibilidad del registro.

Habitualmente, en una de las ventanas del ordenador, puede evaluarse los valores de reproductibilidad final de la prueba. Normalmente se expresa en porcentajes que van del 0 al 100%, siendo 100 % el máximo del valor. En nuestro equipo lo podemos hacer de varias formas:

- Mientras realizamos la prueba, dependiendo del equipo y del software, hay una barra azul, debajo de la zonda donde se escoge la intensidad de estimulación. Esta va del 0 al 100% y durante la prueba va variando. Cuando termina la misma, nos da un valor porcentual de cuan reproductible ha sido la onda (Fig. 14).
- El valor final de la reproductibilidad de las ondas depende de donde se ubique una barra sombreada en el eje de las axisas, que nosotros podemos mover con el ratón y que según la coloquemos, observaremos que el valor de la misma cambia, como se ilustra en el ejemplo. Si las ondas tienen una forma adecuada, pero los valores de reproductibilidad son bajos, debemos ir al ordenador y comprobar que dicha barra se encuentra sobre el tiempo en milisegundos donde esperamos encontrar la onda P1 y N1. (Fig. 15.)

Valores normales del potencial

Como en toda prueba vestibular, los resultados deben ser interpretados en función del paciente, la patología investigada, la técnica usada y los resultados de otras pruebas vestibulares realizadas. Los valores pueden tener cierta variación en función del estímulo utili-

Figura 14. Barra porcentual de 0 a 100 % donde observamos la variabilidad de la reproductibilidad de la onda mientras se realiza el potencial.

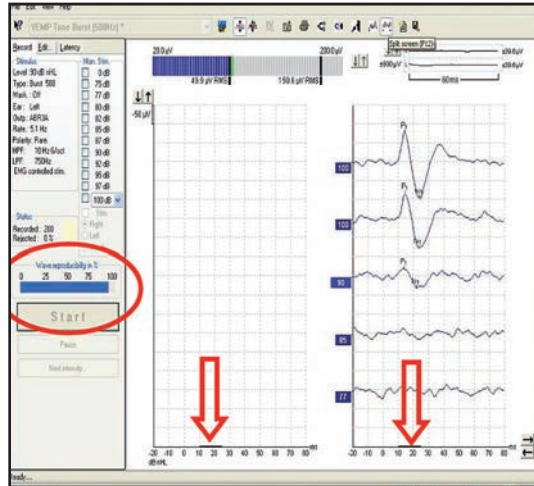
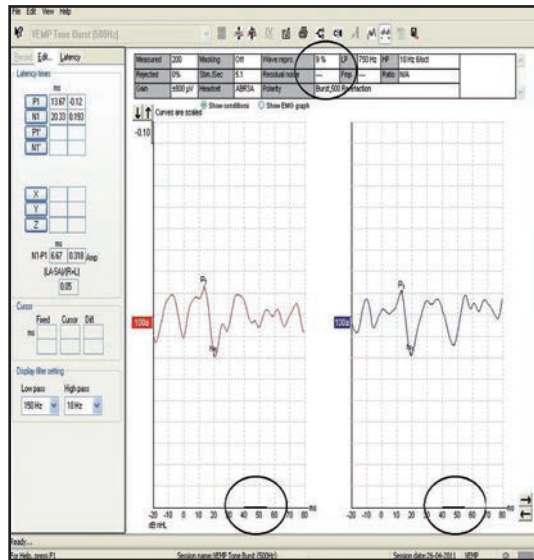


Figura 15. En este ejemplo observamos cómo cambia la reproductibilidad de las ondas según movamos la barra sombreada en el eje de las axis, pasando de una reproductibilidad del 9% al 91%.



zado (vía aérea o vía ósea), intensidad, duración, o si son clicks o tone burst, por lo que se deben establecer, en cada laboratorio, los valores de normalidad para cada uno de los estímulos.

En este potencial evaluamos tres parámetros principalmente que son: la asimetría, las latencias y los umbrales.

c-VEMP por vía aérea y vía ósea (Figura 16)

Asimetría

En el congreso de la Sociedad Barany del 2012 establecen que la asimetría se debe considerar patológica a partir de una diferencia del 50%.

Latencias

En cuanto a las latencias, nuestra experiencia para una muestra de pacientes sanos, medidos con Tone Burst, los valores para la onda p la media es de 11.2 milisegundos (variación de 10 a 14 milisegundos) y para la onda n es de 19.2 milisegundos (variación de 14-23).

Umbrales

Finalmente en cuanto a los umbrales,

lo normal es que este entre entre 90 y 100 dB nHL, variando un poco en función de si el estímulo es con clicks o tone burst. Con el click el umbral suele estar un poco mas aumentado, ya que se necesita mas energia para obtener el potencial.

VEMP ocular por vía aérea y vía ósea

Asimetría

Los valores son similares a los del VEMPC y nosotros la consideramos patológica a partir de 0,50.

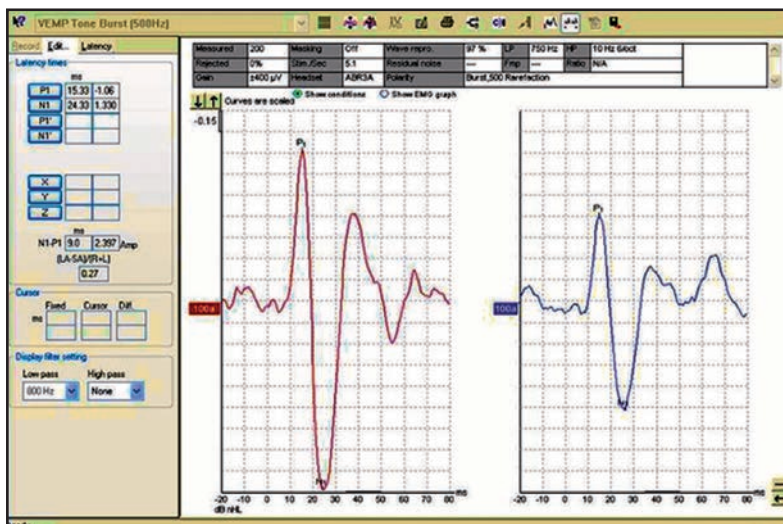
Umbral

Similar a los valores del c-VEMP por vía aérea tanto con clicks con Tone Burst.

Latencias

Los valores de la n10 varía entre 7 y 11 ms tras el inicio del estímulo. La onda p15 se encuentra entre 12 y 16 ms.

Figura 16. VEMP cervical normal. A pesar de la distinta amplitud del potencial, su asimetría no es significativa.



Interpretación de resultados

Posibles hallazgos

Los VEMPC, independientemente del estímulo utilizado pueden estar, ausentes, asimétricos, con umbrales disminuidos, o retrasados. En el apartado de indicaciones, se presentan las patologías en las que se encuentran los diferentes hallazgos de las pruebas.

Aquí haremos mención a los factores que pueden provocar la ausencia o el retraso de las ondas, no por una patología de base en sí misma.

Ausencia (uni o bilateral)

Si el VEMP está ausente de forma unilateral, esto puede deberse a que existe un daño de los órganos otolíticos (dependiendo del tipo de estimulación utilizada, como ya comentamos previamente) como en la Enfermedad de Mènière, neuritis vestibular, ototoxicidad por gentamicina, swanoma vestibular o que exista patología en oído medio que ocasione una hipoacusia de transmisión.

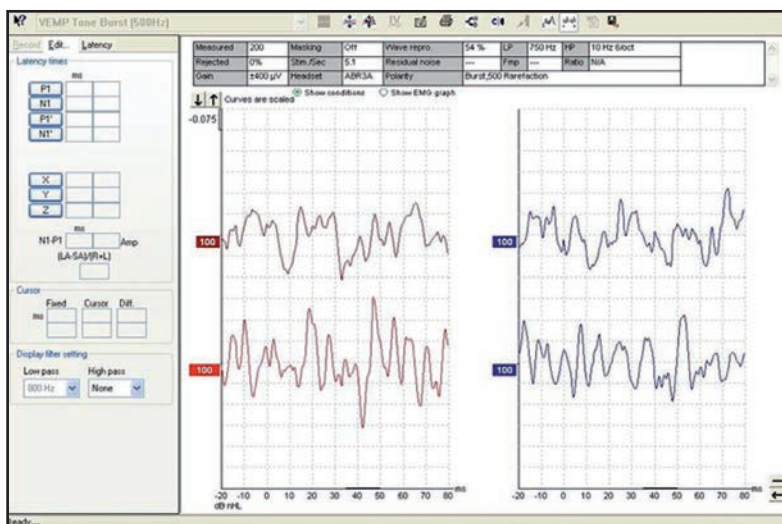
Cuando ésta tiene un gap mayor de 30 dB, hace desaparecer la respuesta del VEMPC por vía aérea. En estos casos, la alternativa es realizar el VEMP por vía ósea.

Este mismo planteamiento lo debemos hacer cuando está ausente de forma bilateral (Fig. 17). Es importante recordar que existe un porcentaje de población normal que no se registra el potencial.

La edad del paciente es otro factor a considerar a la hora de interpretar la respuesta de este potencial, ya que en los mayores de 60 sin patología, éste puede estar ausente o con amplitud disminuida, sin tener enfermedad alguna. Por esta razón los resultados deben interpretarse con cautela y tomando en cuenta los valores normales de cada laboratorio.

Existen pocas publicaciones que hayan usado esta técnica con resultados consistentes en la población pediátrica. El problema principal ha sido decidir a qué edad los parámetros medidos se equiparan a la de los adultos. Los estudios son heterogéneos en cuanto a edad y a los parámetros estudiados, siendo difícil el

Figura 17. c-VEMP: ausencia de respuesta bilateral.



establecer valores de normalidad. Un estudio realizado por Wang en 2008, refiere que, cuando la longitud cervical alcanza los 15.3 cm, los valores obtenidos en el VEMP pueden compararse con los valores de normalidad de la población adulta (Wang et al 2008).

Asimetría

En cuanto a la asimetría mayor al 50%, ésta puede encontrarse en cualquier patología que tenga una afectación sacular o la vía del nervio vestibular inferior como, por ejemplo, enfermedad de Mènière, neuritis vestibular, schwannoma vestibular, ototoxicidad por gentamicina, dehiscencia del canal semicircular superior unilateral. En esta última patología, no sólo existe una asimetría patológica, sino que el potencial está presente a umbrales por debajo de lo normal.

Retraso de la onda

Finalmente el retraso de la onda, es sugestivo de patología del sistema nervioso central.

Por estos puntos expuestos anteriormente, insistimos que la interpretación de los resultados debe realizarse evaluando, la edad, audiometría y/o timpanometría, otoscopia y contexto clínico del paciente.

En el apartado de indicación de las pruebas, detallaremos los hallazgos del potencial según cada patología.

Detección de artefactos

Contractilidad del ECM

En los apartados previos, hemos mencionado la importancia de controlar la contractilidad muscular para obtener un potencial válido. Idealmente ésta debe

ser similar, pero si no es así, el escalado de las ondas permite que se igualen las diferencias, para que la amplitud y su comparación tengan valor.

Fallos en dispositivo como tal

Antes de iniciar un potencial, siempre se debe verificar los parámetros del potencial (intensidad, frecuencia, etc) ya que con cierta frecuencia, éstos pueden desconfigurarse por error. Debemos estar atentos ante este problema, sobre todo si tenemos un período donde los potenciales tienen un registro con mucho ruido, o con ausencia de respuesta no dependiente de la edad (en la mayoría de los casos el facultativo no es quien realiza esta prueba, y enfermería puede pasar este hecho por alto).

En nuestra experiencia hemos tenido fallos en el cajetín del potencial, ruido eléctrico por sobre contacto del cableado que sale y entra al ordenador, problemas con el registro de las impedancias, entre otros. Por este motivo, debemos mantener una muy buena comunicación con el personal que realiza el potencial, así como buena comunicación con el proveedor del software, para así evitar estos errores, que por desgracia no son infrecuentes.

Indicación de la prueba

Neuritis vestibular

La neuritis vestibular se define como la pérdida súbita de la función vestibular.

El nervio vestibular superior es el más frecuentemente afectado. Le sigue en frecuencia la afectación de ambos nervios vestibulares, siendo la menos frecuente el daño del nervio vestibular inferior, que representa entre el 20 y el 30% de todas las neuritis vestibulares.

En un estudio realizado por Shin et al. en 2012 y por Govender et al. en 2011, en pacientes con neuritis vestibular superior e inferior, diagnosticados por las características del nistagmo y la alteración de las pruebas calóricas y vHIT en los tres canales, llegan a la conclusión que los pacientes con neuritis vestibular inferior, presentaban un c-VEMP por vía aérea disminuido o ausente en el lado lesionado, con alteración del vHIT del canal posterior con calóricas y vertical subjetiva normal, mientras que los pacientes con neuritis vestibular superior presentaban una alteración (ausente, disminuido o retrasado) contralateral al oído afectado del VEMP o por vía aérea, con alteración de las calóricas (con diferentes grados de paresias), alteración de la vertical subjetiva con ipsiversion hacia el lado afectado, y alteración del vHIT del canal horizontal, con normalidad del VEMPC y vHIT del canal posterior (Govender et al.2012; Shin et al 2012).

Enfermedad de Mènière

La enfermedad se caracteriza por vértigos episódicos, asociados a acufeno, sensación de taponamiento e hipoacusia neurosensorial, que inicialmente es fluctuante, para hacerse permanente con la evolución de la enfermedad. Se correlaciona histopatológicamente con el hidrops endolinfático, que afecta más frecuentemente a la cóclea, seguido del sáculo, canales semicirculares y utrículo.

El diagnóstico de esta enfermedad es clínico, asociado a los hallazgos audiométricos. La electrococleografía nos ayuda al diagnóstico del hidrops, mientras las pruebas de función vestibular nos permiten conocer el grado de afectación de los distintos órganos vestibulares.

En el Mènière el c-VEMP por vía aé-

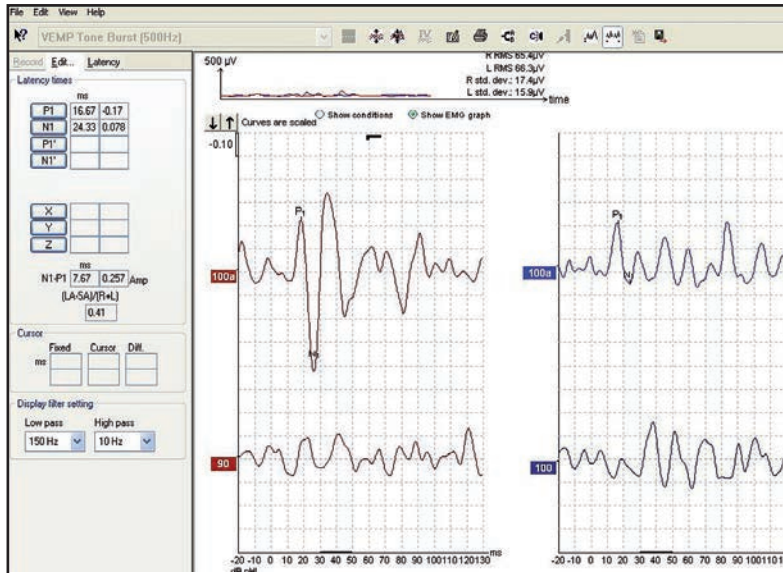
rea se encuentra alterado en el 30-45% de los pacientes. Esta alteración, según lo observado por autores como de Waele et al y Young et al., se correlacionan con el grado de hipoacusia. (de Wale et al. 1999; Young et al. 2003) y es más frecuente cuando la crisis de vértigo ha sido reciente. En el Mènière definido, también es frecuente observar ausencia o disminución de la amplitud del potencial cuando el estímulo se realiza por vía ósea. En cuanto a las características de la amplitud, ésta puede estar aumentada (Fig. 18) disminuida o ausente.

Un dato particular de esta enfermedad es la frecuencia a la que responde el potencial, ya que puede estar aumentada (mejor respuesta a 1000 Hz en vez de 500 Hz) encontrándose estos hallazgos también en el oído contralateral. La combinación del umbral de respuesta y el cambio en las características de respuesta en otras frecuencias, podría predecir a los pacientes con una enfermedad de Mènière sub clínico, como lo demuestran Rauch y Lin. El primero encuentra de forma estadísticamente significativa que, los pacientes no tienen una mejor respuesta con Tone Burst a 500 Hz, sino a frecuencias mayores y con un mayor umbral, observando este fenómeno también en el oído contralateral, pero en ellos el umbral es normal (Rauch et al 2004).

Síndrome de tercera ventana: Dehiscencia del canal semicircular superior

La dehiscencia del canal semicircular superior (DCSS), descrita por primera vez por Minor en 1998, es un defecto anatómico donde existe ausencia de cobertura ósea, del canal membranoso del canal semicircular superior y pertenece a una de las entidades que conforman el síndrome de tercera ventana.

Figura 18. c-VEMP aumentado en enfermedad de Mènnière del OD.



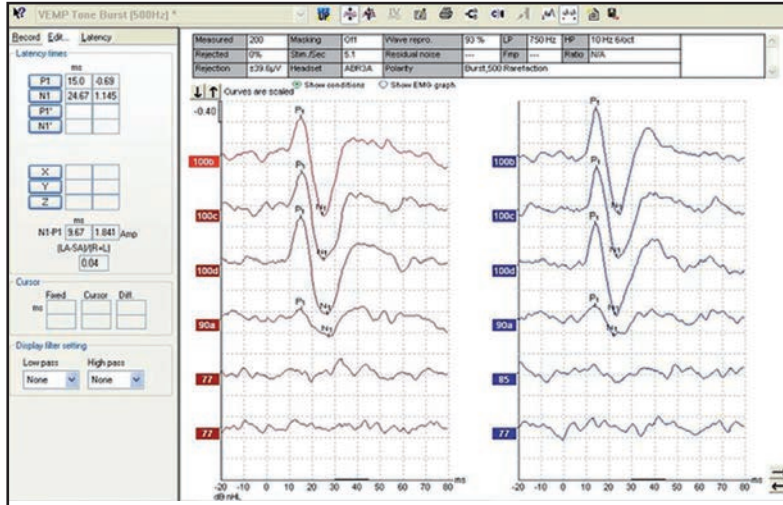
Éste se caracteriza por sensación de taponamiento ótico del oído afecto, autofonía, fenómeno de Tulio positivo, signo de Hennebert positivo, y síntomas vestibulares provocados por la maniobra de valsalva. La clínica se produce por la alteración de la dinámica de los fluidos del laberinto, donde la zona dehiscente, actúa como una derivación (shunt) del sonido transmitido por vía aérea, disminuyendo la cantidad de energía acústica transmitida a la cóclea, generando una hipoacusia de transmisión, que característicamente es en graves, cerrándose el gap en la frecuencia de 2000 Hz y una vía ósea a valores de supra umbrales (0,-5 o -10 dB). El diagnóstico de esta entidad se realiza con la audiometría, reflejo estapedial (que está presente en este tipo de hipoacusia de transmisión, ya que el componente transmisivo de la misma no depende del oído medio), c-VEMP, o-VEMP y Tomografía computarizada del peñasco.

Los hallazgos a nivel del VEMP cer-

vicales y oculares con estímulo por vía aérea con Tone Burst, son: amplitud aumentada del potencial en el oído afecto, y umbrales por debajo de 65 dB (Fig. 19). La frecuencia a la que se encuentra la respuesta, en los casos de DCSS no se encuentra afectada.

El grupo de trabajo de la Dra. Herrmann, propone ajustar el valor del c-VEMP con el grado de hipoacusia de transmisión. En su estudio demuestra que al realizar esta corrección, los valores de los umbrales disminuyen a 250, 500 y 1000 Hz en comparación con el grupo control (pacientes normales y oídos no afectados). La justificación de esta corrección surge, a través de la observación de que existe un grupo de personas normales, cuyos valores de amplitud y umbral se solapan con los valores obtenidos en pacientes con dehiscencia del CSS. Ellos proponen el uso clínico de una regresión logística para predecir la probabilidad de que exista una DCSS según el umbral del paciente (Milojcic et al 2013).

Figura 19. Umbrales patológicos en DCSS bilateral.



Schwanoma vestibular

En estos pacientes, el c-VEMP por vía aérea puede estar ausente o disminuido en el 80% de los pacientes. Sin embargo ni las calóricas ni el c-VEMP tiene poder localizador del nervio vestibular que da origen al tumor, puesto que independientemente de la rama nerviosa afectada, suelen estar ambas deterioradas por la expansión tumoral. En los casos de pacientes con neurofibromatosis tipo II, y en los pacientes con neurofibromas bilaterales sólo el 14% tienen ausentes los c-VEMP por vía aérea.

Este potencial así como las calóricas, nos dan información del grado de función existente, pudiendo predecir la posibilidad de que el paciente presente un síndrome vestibular agudo post quirúrgico. En el caso de buena función vestibular, este grupo de pacientes podría beneficiarse de una ablación química intratimpánica, seguido de un régimen de rehabilitación vestibular previa a la cirugía (Magnuson et al. 2007).

Ototoxicidad por gentamicina

Numerosos estudios han demostrado la desaparición del c-VEMP por vía aérea tras una única inyección de gentamicina intratimpánica. Esta afectación era más frecuente que las alteraciones producidas a nivel de las pruebas calóricas o de la vertical subjetiva, sugiriendo que el sáculo es más sensible a la gentamicina que otras partes del vestíbulo. Por este hecho, esta prueba podría ser de gran utilidad para la monitorización de pacientes en tratamiento con gentamicina sistémica. Sin embargo, los resultados de múltiples estudios, no han demostrado ser un predictor fiable de daño vestibular ante la inyección intratimpánica, ya que en pacientes con ausencia del potencial post inyección, han reaparecido los vértigos. (Picotti et al 2005)

Otoesclerosis y otras patologías del oído medio

Como hemos mencionado anteriormente, una hipoacusia de transmisión con un GAP superior a 30 dB, no tiene respues-

ta del c-VEMP por vía aérea. Cuando la causa es una otosclerosis, este potencial se recupera una vez que se realiza la estapedectomía. Cuando, posterior a la cirugía se desarrolla un vértigo y se sospecha que la prótesis haya progresado en el vestíbulo, este potencial, tanto por vía aérea como ósea, puede darnos información de la función vestibular residual (Yang et al.2007) El estímulo por vía ósea es de igual utilidad en el caso de otitis media crónica.

El c-VEMP por vía aérea, se ha empezado a utilizar para evaluar el daño sacular tras el implante coclear (Jin et al.2009).

Patología central

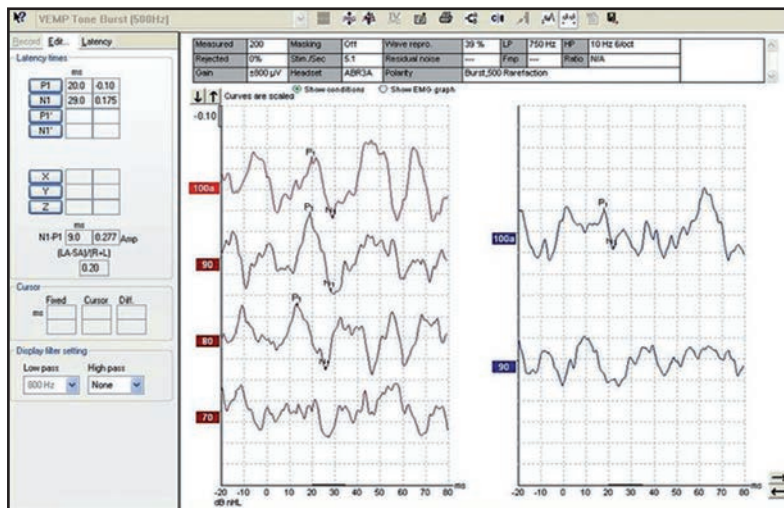
Las alteraciones del VEMP en la esclerosis múltiple fueron descritas por primera vez por Shimizu et al. en el año 2000. En esta patología se observa la prolongación de las latencias del p13-n23, (Fig. 20) atribuyéndose esta alteración, a la disminución de la velocidad de conducción, por la desmielinización. Este hallazgo puede estar presente, aun-

que no se encuentren en los estudios de imagen afectación en el tronco cerebral (Bandini et al.2004).

El c-VEMP y el o-VEMP, tienen valor localizador. Como hemos mencionado anteriormente, el c-VEMP explora el reflejo vestíbulo cólico, por lo que su alteración localiza la lesión en la parte baja del tronco cerebral, mientras que la alteración del o-VEMP, que explora el reflejo vestíbulo ocular, localizaría la lesión a nivel del mesencéfalo. (Ej: En pacientes con esclerosis múltiple con oftalmoplejia internuclear, el o-VEMP está ausente) Cuando ambos están afectados, esto sugiere la alteración en la entrada del nervio vestibular (Rosengren et al. 2007).

Liao y Young en 2004, realizaron un estudio en pacientes con migraña basilar, observando que en estos pacientes, el c-VEMP estaba ausente o retrasado durante la crisis. Tras la resolución de la misma, la mayoría de ellos normalizaban el potencial. En la migraña vestibular y en la migraña no complicada, la amplitud del c-VEMP puede estar disminuida.

Figura 20. Retraso de las latencias en un paciente con esclerosis múltiple.



Casos clínicos

Enfermedad de Ménière

Paciente de 23 años que inicia crisis de vértigo rotatorio intenso al levantarse de la cama en febrero del 2011. De forma espontánea, también tiene clínica de mareo no rotatorio menos intenso. Refiere cefalea catamenial.

La audiometría en este momento es normal. (Fig. 21).

En la exploración los síntomas se desencadenan con la maniobra de Dix- Hallpike que se realiza en 4 oportunidades en urgencias no objetivándose ni con gafas de Frenzel ni con VNG el nistagmo, aunque se reproducían los síntomas.

Es revalorada en diciembre del 2011, siendo la exploración normal.

En marzo y abril del 2012 tiene dos crisis de vértigo rotatorio espontáneo de más de 20 min de duración asociado a sensación de taponamiento y acufeno izquierdo. La audiometría de abril no presenta prácticamente alteraciones con respecto a la previa (Fig. 22). En ese período se le realizan calóricas que demuestran un déficit vestibular izquierdo del 71% (Fig. 23).

Los c-VEMP realizados en esa época con Tone Burst a 500 Hz, presentaban respuesta bilateral sin asimetría patológica (33%) (Fig. 24).

En agosto del 2012 la paciente tiene nuevamente dos crisis menieriformes típicas y los c-VEMP realizados en su momento presentan una disminución del umbral en el oído izquierdo. (Fig. 25). Con esta clínica y exploración se diagnostica de Enfermedad de Ménière.

Tercera ventana: Dehiscencia del canal semicircular superior bilateral

Paciente de 40 años quien refiere sensación de taponamiento ótico bilateral de años de evolución. En 2009 se reali-

Figura 21. Audiometría normal.

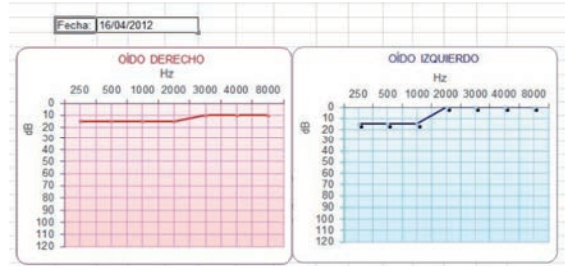
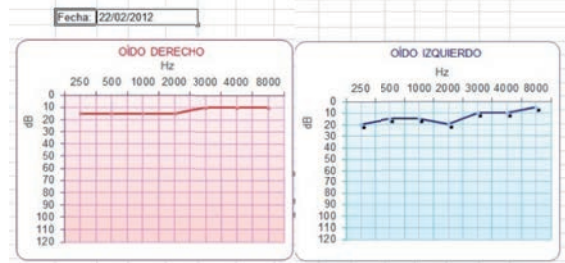


Figura 22. Leve hipoacusia en graves del oído izquierdo: audiometría prácticamente sin alteraciones con respecto a la previa.



za drenaje transtimpánico bilateral sin observar mejoría de la clínica. En Junio del 2011 acude nuevamente por hipoacusia progresiva a predominio del oído derecho, aparición de acufenos bilaterales y sensación de inestabilidad.

Se realiza una audiometría donde se objetiva una hipoacusia de transmisión bilateral con cierre del gap en 2000 Hz y con supraumbrales de la vía ósea. (Fig. 26). La timpanometría es normal, con reflejo estapedial presente de forma bilateral.

Presenta signo de la fístula positivo en

Figura 23. Déficit vestibular izquierdo del 71%.

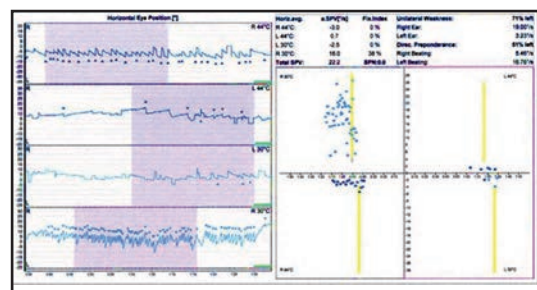


Figura 24. c-VEMPs presentes bilaterales con asimetría no patológica del 33%.

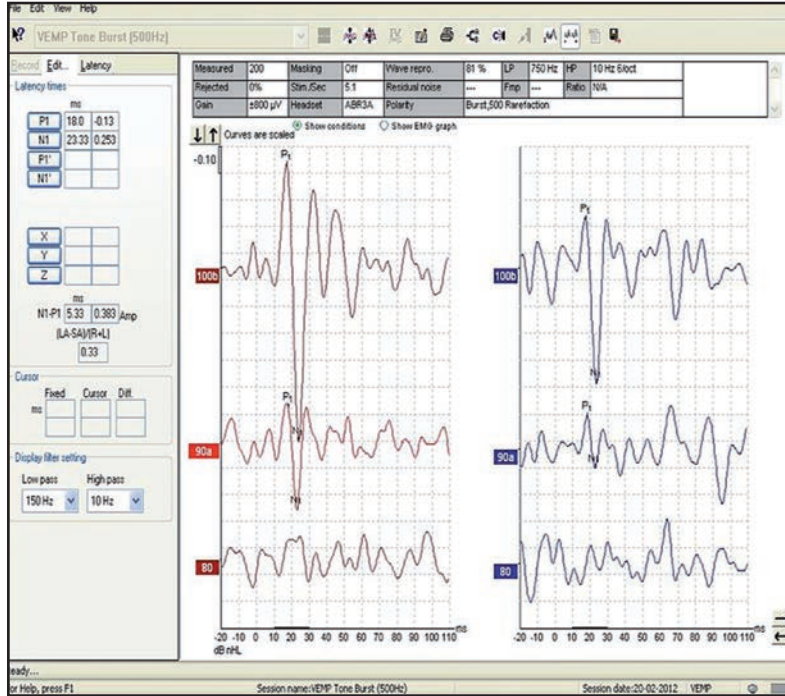


Figura 25. Umbrales disminuidos en el oído izquierdo de una EM.

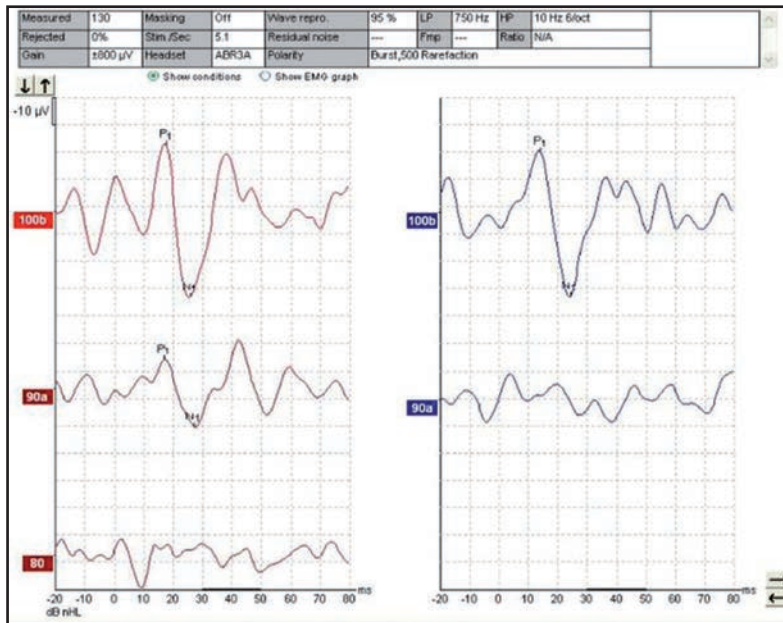


Figura 26. Hipoacusia mixta con gap en graves de 25- 35 dB. El umbral de la vía ósea está por encima de la normalidad y el GAP cierra en 2000 Hz.

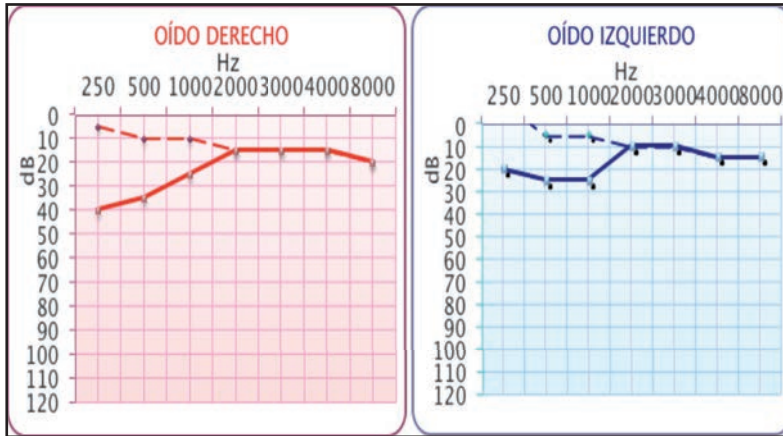
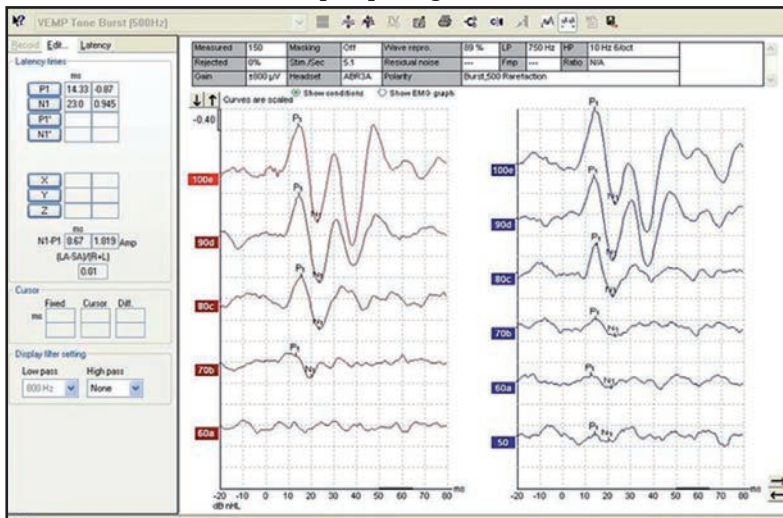


Figura 27. c-VEMP por vía aérea con umbrales patológicos bilaterales pre-quirúrgico.



el oído derecho: sólo aparece nistagmo horizonte rotatorio izquierdo sin vértigo pero con inestabilidad y se desencadena mareo sin nistagmo con estimulación acústica a 120 dB entre las frecuencias de 500 a 2000 Hz, mayormente en el oído derecho.

Los c-VEMP por vía aérea a 500 Hz objetivan umbrales a 60 dB bilaterales (Fig. 27).

El CT de alta resolución confirma una dehiscencia del canal semicircular superior de forma bilateral (Fig. 28).

Previo consentimiento informado de la paciente, se realiza un abordaje de fosa media para el cierre de la dehiscencia del oído derecho, que era el sintomático.

Posterior a la cirugía la paciente refiere desaparición del acufeno, sensación

de taponamiento e hipoacusia y de la inestabilidad.

Los c-VEMP post quirúrgicos vía aérea con tone burst a 500 y 1000 Hz son normales en el oído derecho. (Fig. 29, 30).

Neuritis vestibular

Paciente de 40 años, sin antecedentes patológicos de interés, que acude a Urgencias el 20 de enero de 2009 por episodio de vértigo rotatorio de horas de duración con inicio espontáneo y gran cortejo vegetativo asociado. No refiere hipoacusia ni acufeno ni sensación de taponamiento ótico ni otra sintomatología neurológica asociada.

A la exploración de urgencias se obje-

tivó: otoscopia normal, nistagmo espontáneo horizonte rotatorio grado III a la izquierda, MOC derecha y Romberg izquierdo, nistagmo de posición de dirección fija izquierdo en las tres posiciones y la audiometría de urgencias fue normal.

Bajo el diagnóstico de posible neuritis vestibular derecha se pautó tratamiento corticoideo y sedantes vestibulares.

Se le realizan c-VEMP con Tone Burst a 500 Hz, donde se objetiva ausencia de respuesta en el oído derecho. (Fig. 31).

La paciente al mes de la crisis se encuentra con cierta inestabilidad con los giros hacia la derecha. La exploración al mes sólo objetiva una maniobra oculocefálica positiva a la derecha y un nistagmo de posición de dirección fija. Con estos hallazgos y la historia clínica, se diagnostica de Neuronitis vestibular. ■

Figura 28. CT corte coronal donde se objetiva dehiscencia de canal semicircular bilateral.

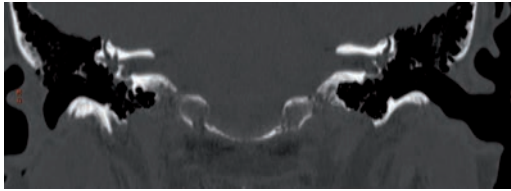


Figura 29. c-VEMP post-quirúrgico con tone burst a 500 hz donde se objetiva la normalización del umbral en el oído derecho.

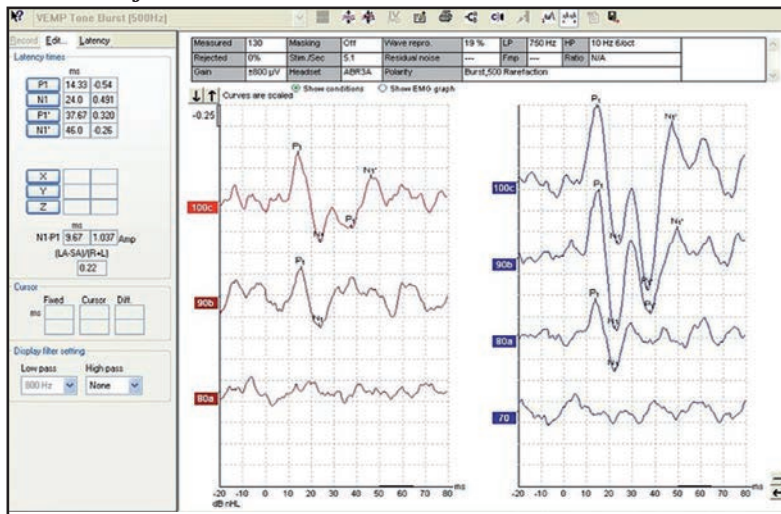


Figura 30. c-VEMP post-quirúrgico con tone burst a 1000 Hz donde aparece el potencial pero a umbrales normales en el oído derecho. Obsérvese que en el oído izquierdo que no ha sido corregido quirúrgicamente aparece el potencial a 80 dB lo que apoya aún más el diagnóstico de tercera ventana.

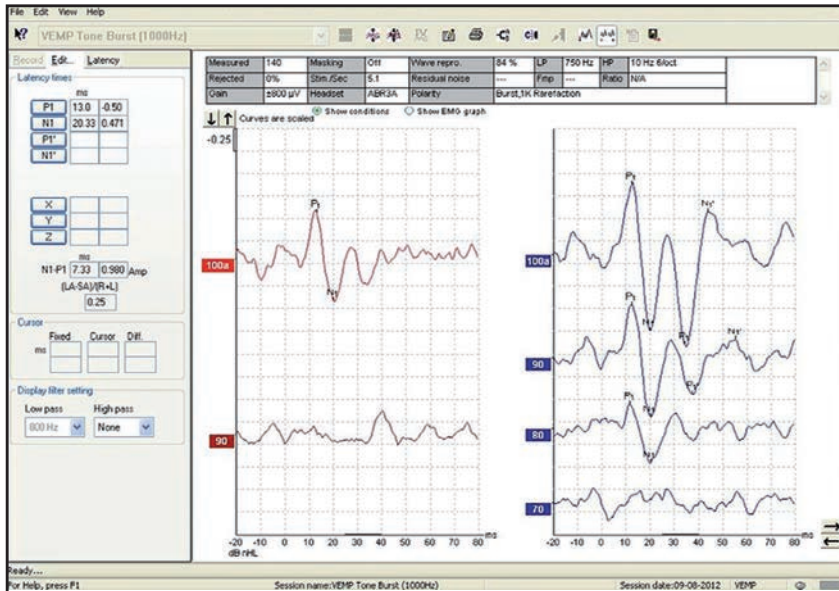
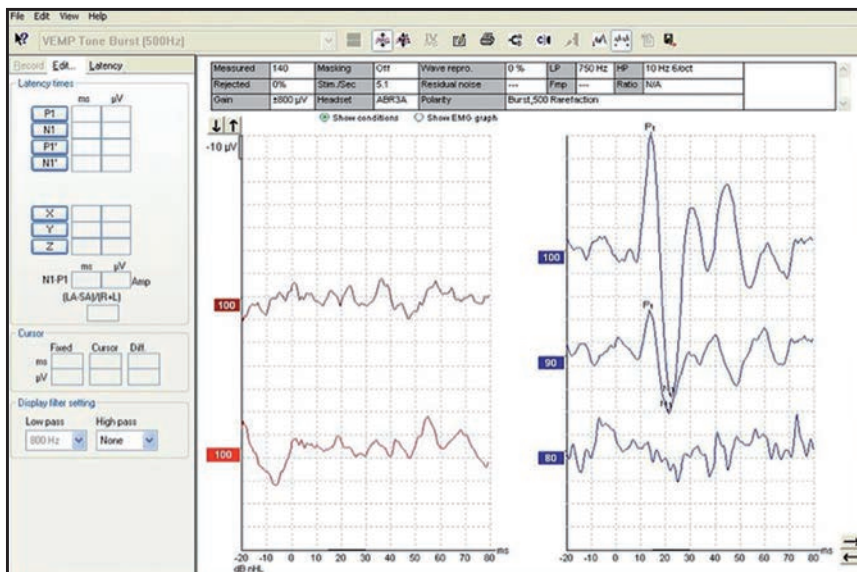


Figura 31. Neuritis vestibular derecha: estímulo con tone burst a 500 Hz. Ausencia de respuesta derecha.



Puntos clave

- Los VEMPs pueden estar presentes en pacientes con hipoacusia neurosensorial, pero no deben de estarlo si la hipoacusia es conductiva.
- El estímulo activa aferencias provenientes de los órganos otolíticos, con lo que es un método de evaluación de la vía sacular y del nervio vestibular inferior.
- La latencia es un parámetro muy robusto que sólo está claramente afectada en casos de patología central.
- La asimetría ha de ser muy grande (40-50%) para ser considerada significativa.

Bibliografía recomendada

1. Papathanasiou E, Mirofushi T, Akin F, Colebach J. Recomendated guidelines for cervical vestibular evoked myogenic potentials: Report of a Barany Society Committee 2012
2. Robert Francis Burkard, Manuel DonJos J Eggermont. Auditory Evoked Potentials: Basic Principles and Clinical Application.2007. Lippincott Williams & Wilkins.
3. P.Jacobson, Shepard NT. Balance Function Assessment and Management.2008. Plural Publishing: San Diego.

3

VIDEO HEAD IMPULSE TEST (v-HIT)

Dr. Eduardo Martín Sanz

- 3.1. Introducción
- 3.2. Fundamentos teóricos
- 3.3. Metodología de realización.
Valores de normalidad
- 3.4. Interpretación de resultados
- 3.5. Detección de artefactos
- 3.6. Indicación de la prueba
- 3.7. Casos clínicos

Introducción

Los receptores vestibulares del oído interno, detectan movimientos cefálicos y generan movimientos oculares correctivos con el objeto de mantener la imagen estable durante nuestros movimientos cotidianos. Como hemos visto a lo largo de la Ponencia, es la base del estudio de la mayor parte de las pruebas vestibulares descritas hasta ahora. Gran parte de la exploración otoneurológica se basa en el estudio del VOR y las pruebas calóricas y rotatorias estudian dicho reflejo, con distintas frecuencias de estímulo.

No obstante, el VOR tiene un rendimiento más eficaz, cuando el estímulo se realiza a frecuencias típicamente presentes en la vida cotidiana, esto entre 1 y 3 Hz, que suelen ser giros de cabeza con escaso ángulo de giro, rápidos y cortos. Este tipo de estímulo es difícilmente reproducible con las pruebas calóricas, que estimulan a 0,03 Hz, o rotatorias,

que como mucho llegan a 1 Hz, en los casos de las sillas más robustas y potentes existentes en el mercado actual, habitualmente presentes para investigación clínica aplicada (Fig. 1).

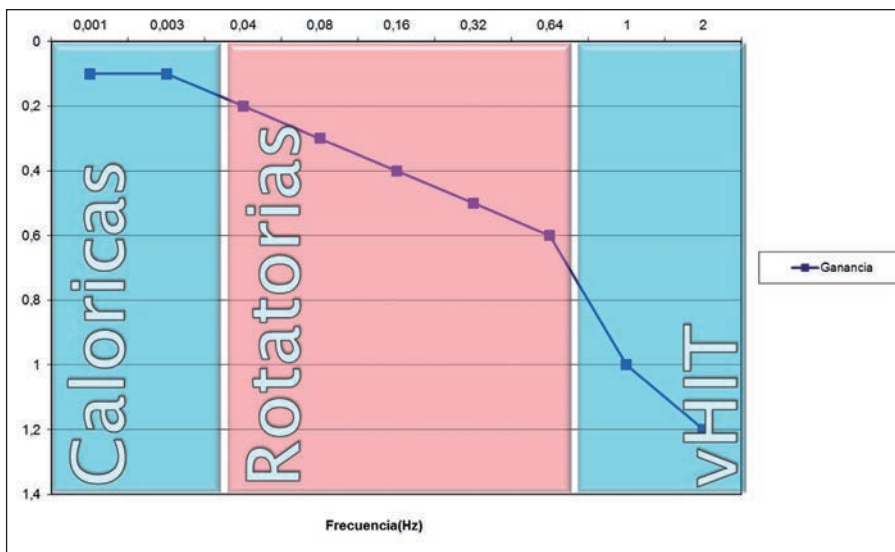
Precisamente con este propósito se desarrolló la maniobra oculocefálica descrita por Halmagyi y Curthoys en 1988, con la que se pretendió incorporar a la exploración oculomotora, un signo que objetivaba una disfunción del canal semicircular horizontal, con un estímulo frecuencial entre 1 y 3 Hz.

Por este motivo, el desarrollo de un sistema videoasistido de esta maniobra, supone un gran avance en el estudio de la función de los canales semicirculares.

Fundamentos teóricos

La medida estándar de la función vestibular periférica es la ganancia del VOR, que es el cociente entre la veloci-

Figura 1. Esquema que representa el rango frecuencial de estímulo de las principales pruebas vestibulares que estudian el VOR horizontal en el momento actual. Se puede apreciar como a medida que la frecuencia de estímulo se acerca a 1Hz, la ganancia del VOR aumenta.



dad de la cabeza y la del movimiento corrector del ojo. De este modo, la ganancia perfecta es 1, lo que supondría que ambos movimientos tienen velocidades exactas, aunque en sentido contrario. Esa ganancia supone, que la imagen en la retina permanecerá estable a pesar de los movimientos cefálicos.

El desarrollo de la maniobra oculocefálica o test de Halmagyi supuso un gran avance en el estudio del VOR en casos de disfunción vestibular aguda. Su aplicación se extendió rápidamente y prácticamente todos los clínicos lo utilizan, para objetivar algún tipo de disfunción del canal estudiado.

La prueba es de muy sencilla realización. Consiste únicamente en solicitar que el paciente mire a un punto fijo (habitualmente la nariz del explorador) mientras que le realizamos giros rápidos, con poco ángulo de giro (en torno a 10-20°), mientras que observamos si el paciente realiza sacadas correctoras en dirección contraria al giro que le hemos realizado. Estas sacadas, son visibles para el ojo humano y se les ha denominado sacadas descubiertas (Fig. 2) u “*overt saccades*”.

Durante estos movimientos, la rotación cefálica pasiva del paciente tiene

una velocidad angular máxima de unos 200 °/s y una aceleración angular máxima de 2500 a 3000°/s². En sujetos sanos, el movimiento compensador del ojo se produce casi inmediatamente, con una latencia de 10 ms, mientras que en un paciente con disfunción vestibular bilateral, los movimientos correctores aparecen a los 70 ms del inicio de la rotación cefálica.

No obstante, la aplicación clínica de esta maniobra tiene algunos inconvenientes que reducen considerablemente su sensibilidad y especificidad.

La primera es que la evaluación de las sacadas correctoras del paciente por parte del observador es subjetiva, y requiere cierto aprendizaje. La segunda, es que se requiere un mínimo de disfunción vestibular, entre el 40 y el 50% de paresia canalicular, objetivado con pruebas calóricas, para que la maniobra oculocefálica genere sacadas en el paciente (Perez, Rama, 2003).

La última desventaja es que existen pacientes con disfunción vestibular que generan sacadas correctoras, pero no visibles para el ojo humano, por producirse durante el movimiento de la cabeza. Estas sacadas se han denominado saca-

Figura 2. Registro de sacadas descubiertas en paciente con lesión vestibular del lado izquierdo. Las sacadas oculares compensatorias se producen una vez finalizado el movimiento de la cabeza y son visibles al ojo humano. En este paciente, la maniobra oculocefálica sería positiva.

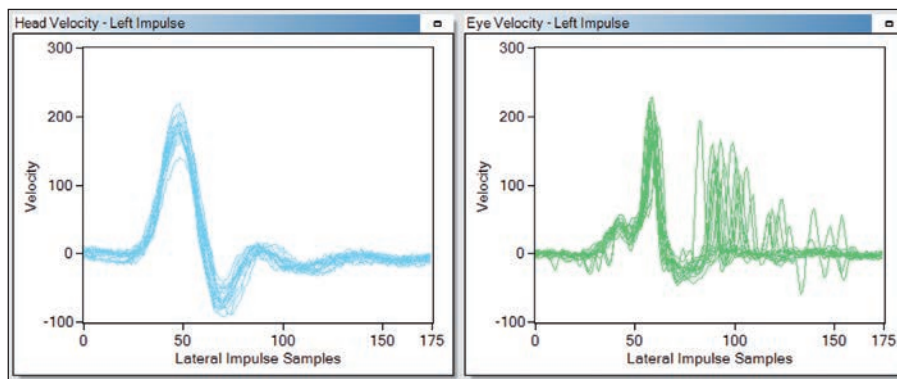
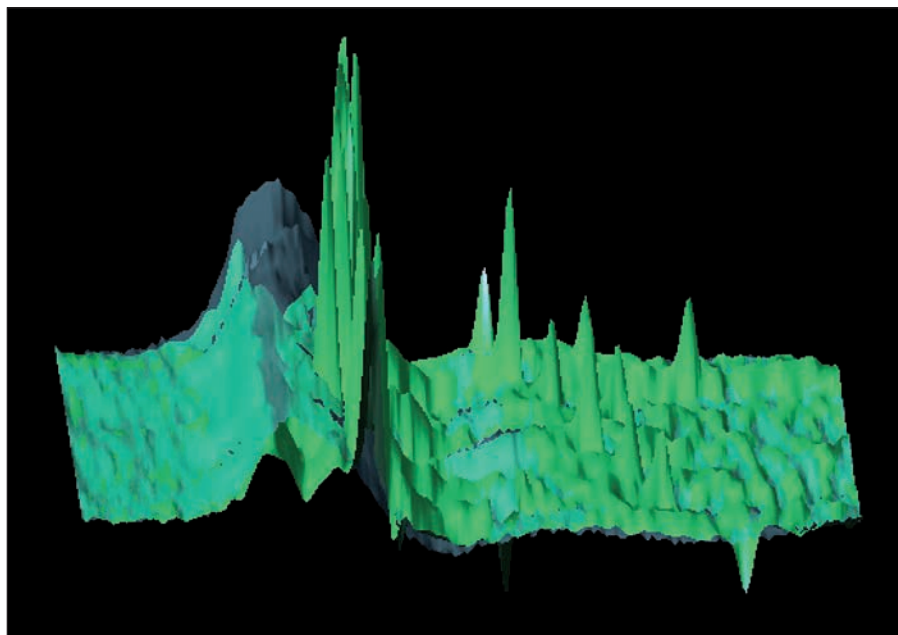


Figura 3. Representación en 3D, de la relación entre el movimiento de la cabeza (en azul) y el ocular (en verde) en un paciente con una disfunción vestibular izquierda. Se puede apreciar como el movimiento ocular no llega a toda la amplitud del cefálico, lo que supone una disminución de la ganancia. Por otro lado se aprecian sacadas correctoras que se producen antes de finalizar el movimiento cefálico (encubiertas), características de una lesión del VOR.



das encubiertas (Fig. 3) o “*covert saccades*”.

Estas sacadas, son imposible de detectar con el ojo desnudo. Tan solo con el desarrollo del “*scleral search coil*” (Weber et al, 2008), que es actualmente el patrón de oro para el estudio oculomotor, se lograron objetivar estas sacadas encubiertas y detectar daños vestibulares, que con la maniobra clínica pasaban inadvertidos.

Este movimiento sacádico es un mecanismo compensatorio que disminuye el deslizamiento retiniano, generado por la disfunción del VOR. Son movimientos muy rápidos y ocurren durante la rotación de la cabeza, con lo que son sólo detectables con un sistema de videograbación de alta velocidad.

Los inconvenientes del “*scleral search coil*” son fundamentalmente, el precio de la prueba y lo agresivo que supone

para el paciente adaptarle una bovina en la córnea para el estudio oculomotor, por lo que su presencia en la clínica habitual es en la actualidad escasa.

El desarrollo de un sistema similar pero videoasistido, equipado con unas gafas ligeras (en torno a 60 gramos) con un acelerómetro para detectar los movimientos, que producimos en la cabeza del paciente y una cámara de alta velocidad (video cámara fire-wire 250Hz), ha permitido tener resultados comparables al patrón de oro (MacDougall et al, 2009), pero de un modo sencillo y rápido sin molestias para el paciente.

Metodología

Se trata de un procedimiento sencillo que no suele llevar más de 10 minutos en su realización.

Una vez creada la ficha del paciente, tenemos que ajustarle las gafas. Son unas gafas muy ligeras y, precisamente por ello, tienen que estar muy ajustadas, para evitar deslizamiento de la misma durante los giros cefálicos.

Cuando se adaptan las gafas, realizamos un pequeño procedimiento de calibración que es automático. El paciente permanece sentado a 1,5 metros de un objetivo visual en la pared (una pegatina), y las gafas proyectan dos puntos de láser, que se van alternando de derecha a izquierda, mientras que el paciente dirige su mirada a cada uno de ellos.

Una vez calibrado, se solicita al paciente que mire fijamente al objetivo fijado en la pared, intentando no parpadear. En este momento comienza la prueba que consiste en generar movimientos cefálicos imprevisibles para el paciente hacia la derecha e izquierda.

Estos movimientos han de ser gene-

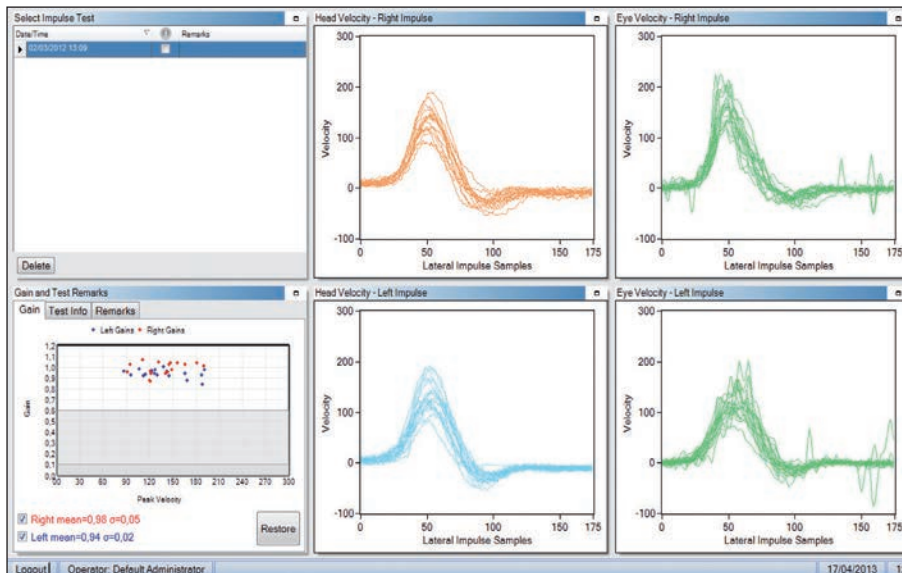
rados con poco ángulo de giro (10 a 20°) con una velocidad pico óptima entre 100 y 250°/s y una aceleración pico de 1000 a 2500°/s². Para estar seguros que estamos produciendo el movimiento adecuado, en la pantalla aparece un gráfico que representa tanto el movimiento generado en la cabeza como el movimiento ocular compensatorio.

Es muy importante que *las manos del explorador estén alejadas de las gafas o de la cinta con la que se ajusta a la cabeza*, para evitar cualquier movimiento de la cámara que artefacte el registro.

Se requieren unos 20 impulsos aleatorios hacia cada lado para completar la prueba, y una vez finalizada la misma, aparece en la pantalla el registro con los resultados (Fig. 4). Por un lado aparece un diagrama la ganancia de cada impulso cefálico realizado, y por el otro una representación de los movimientos de la cabeza y del ojo para cada giro producido.

Figura 4. Registro de un sujeto normal. En la esquina inferior se aprecia un diagrama de las ganancias obtenidas para cada uno de los impulsos cefálicos realizados.

En la fila superior aparece respectivamente el impulso cefálico y el movimiento ocular resultante de los giros a la derecha. En la fila inferior, los mismos gráficos pero para el impulso cefálico a la izquierda.



Interpretación de los resultados

El valor de la ganancia es uno de los datos más importantes del registro. Se ha estimado que todas ganancias por debajo de 0.8 pueden ser consideradas deficitarias para los casos de disfunción vestibular unilateral (Fig. 5).

También es importante realizar un análisis del registro en busca de sacadas correctoras encubiertas o descubiertas. Ambas son reflejo de una lesión del VOR y nos aportan mucha información.

Las sacadas encubiertas son aquellas que se producen antes de finalizar el movimiento cefálico, y las descubiertas se producen una vez finalizado el mismo.

Artefactos comunes

Los principales artefactos derivan de

un excesivo movimiento de la cámara alojada en las gafas, lo que genera un error tanto en los resultados de la ganancia como la identificación del movimiento sacádico ocular compensatorio (Fig. 6) Este deslizamiento habitualmente está producido por una mala fijación de las gafas a la cabeza del paciente o por un movimiento involuntario de las gafas, por parte del explorador, al realizar los giros cefálicos.

Otro problema frecuente son los parpadeos. El software tiene un algoritmo que elimina los registros no válidos, y en caso de parpadeo constante no será posible finalizar la prueba. Es importante explicarle al paciente la importancia de permanecer con los ojos abiertos para que la prueba sea válida.

Aquellos pacientes con contracturas cervicales, cuellos dolorosos o antece-

Figura 5. Paciente con neuritis vestibular izquierdo. Las ganancias del lado izquierdo son anormalmente bajas, y en el registro se aprecian sacadas encubiertas y descubiertas.

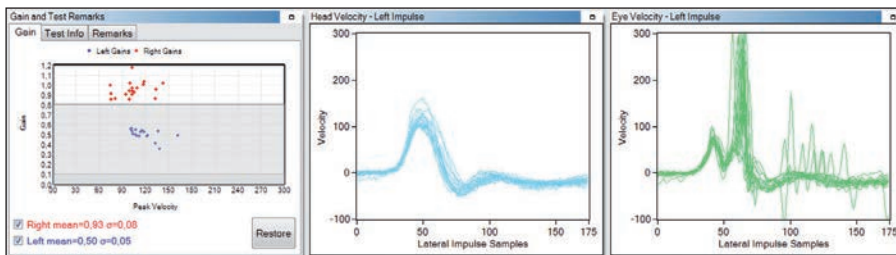
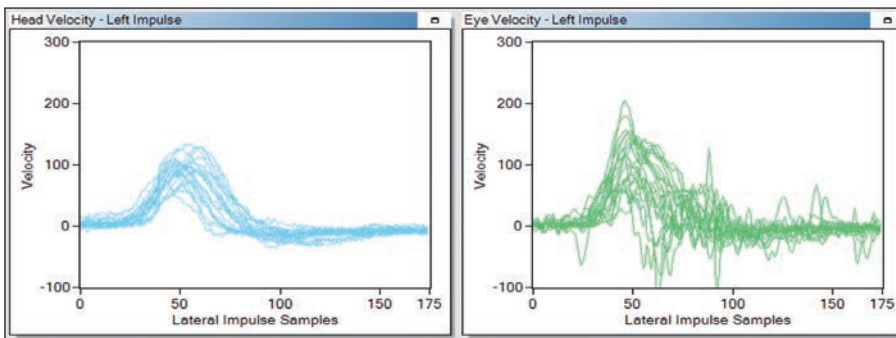


Figura 6. Registro artefactado por mala fijación de las gafas a la cabeza del paciente. El registro obtenido no permite identificar claramente cada impulso cefálico y no se aprecian claramente ningún tipo de sacadas.



dentados de cirugía cervical o trauma asociado, pueden suponer en algunos casos una contraindicación de la prueba. No obstante, puesto que el movimiento es muy corto y no precisa un gran ángulo de giro, no es una contraindicación frecuente.

Del mismo modo que en la videonistagmografía, en el vHIT debemos previamente realizar una exploración completa oculomotora, para descartar nistagmo espontáneo, o intrusiones sacádicas que puedan alterar el registro obtenido con esta prueba. En caso contrario, podríamos interpretar de modo incorrecto la presencia o no de sacadas en el registro no relacionadas con el estado real del VOR.

Por último, el sistema solamente dispone de una cámara situada en el ojo derecho. Aquellos pacientes que tengan algún tipo de anomalía oculomotora en dicho ojo no son candidatos a la prueba, por no poder registrar movimientos oculares durante la misma.

Indicaciones

La principal indicación se podría resumir en el estudio del reflejo oculovestibular. Puesto que el VOR es la base de la Otoneurología, hace que casi todos nuestros pacientes sean candidatos al estudio mediante el vHIT.

Al ser una prueba independiente del estado del oído externo y medio, todos aquellos pacientes en los que las pruebas calóricas estén contraindicadas, por alteraciones anatómicas o por mala tolerancia a las mismas, son idóneos para esta prueba. Esto es especialmente importante en aquellos casos de sospecha de disfunción vestibular bilateral, donde las pruebas calóricas generan un estímulo insuficiente para la valoración de la misma (Fig. 7).

No obstante, en nuestra opinión es prematuro considerar que el vHIT es la alternativa a la prueba calórica y que, con el advenimiento de aquélla, ésta quedará relegada al olvido. La prueba calórica

Figura 7. Paciente con una disfunción vestibular bilateral. Las ganancias son anormalmente bajas (0.6 ambos oídos) y se aprecian sacadas encubiertas en ambos lados. Estos movimientos sacádicos se producen antes de finalizar el movimiento de la cabeza y son invisibles al ojo humano.

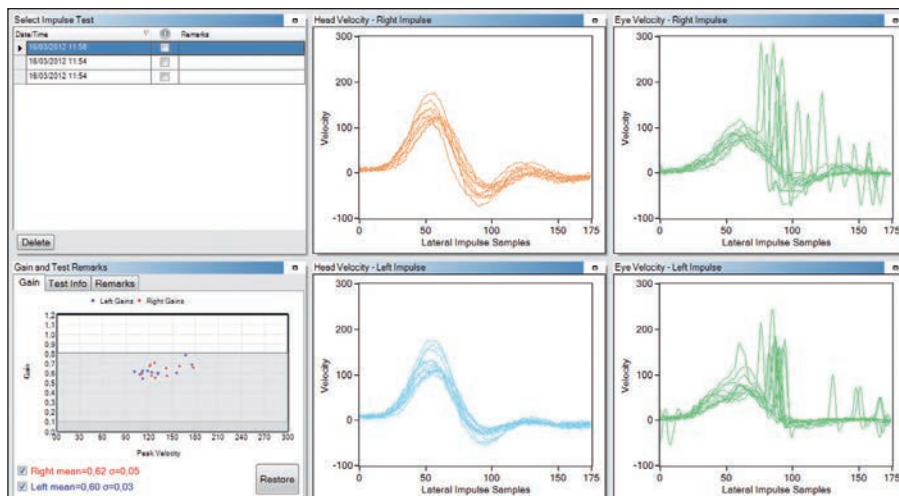
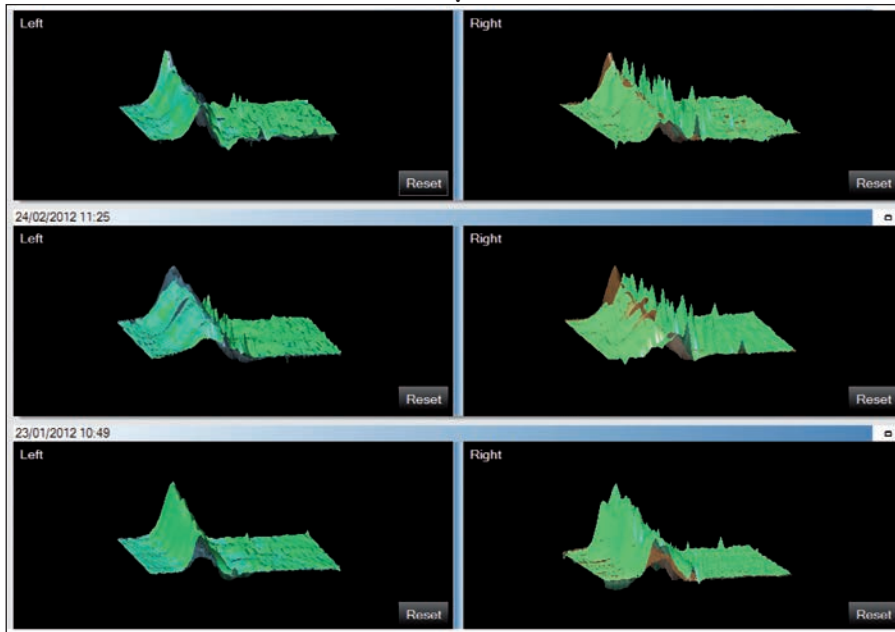


Figura 8. Paciente con enfermedad de Ménière de lado derecho refractario con necesidad de gentamicina intratimpánica. En la fila inferior tenemos el registro antes de la inyección, la fila del medio corresponde al mes y en la superior el registro obtenido a los 6 meses del tratamiento.

Se puede observar cómo se produce una disminución de la ganancia que se recupera parcialmente a los 6 meses, y como las sacadas correctoras permanecen como reflejo de la subablación del VOR que hemos provocado



aporta información de la función vestibular en un rango frecuencial que ninguna otra prueba nos da hasta el momento y sigue siendo muy importante en patologías vestibulares agudas y/o recurrentes en las que la afectación vestibular es variable y fluctuante.

Gracias a la rapidez y sencillez del manejo de la prueba, está siendo especialmente útil en la monitorización de los pacientes. Algunos autores ya han publicado su experiencia en el estudio de la fluctuación vestibular en el Ménière con el vHIT (Manzari et al, 2011) o en la monitorización de la ablación vestibular tras la gentamicina intratimpánica (Fig. 8).

Puesto que es una prueba de reciente desarrollo, las indicaciones van crecien-

do a medida que los clínicos van teniendo experiencia con el mismo.

Casos clínicos

En la figura 5 aparece el registro del vHIT paciente que sufrió un cuadro de vértigo rotatorio intenso de horas de duración, que le mantuvo postrado en la cama durante 4 días. El paciente no asoció ninguna clínica auditiva ni sugestiva de centralidad.

En la Urgencia fue evaluado y se objetivó un nistagmo espontáneo intenso grado III horizontal derecho, con una maniobra oculocefálica positiva a la izquierda y un Fukuda con lateropulsión izquierdo. Dada la armonía del cuadro, con el diagnóstico de vestibulopatía aguda izquier-

da se trató con sedantes vestibulares y se remitió a la consulta para la realización de pruebas vestibulares.

Las pruebas calóricas ponen de manifiesto una evidente paresia canalicular izquierda, lo que unido a la ausencia de VEMPs de ese mismo lado y la disminución de la ganancia del vHIT que podemos ver en la figura, nos dirigen claramente a un cuadro de neuritis vestibular izquierda, distinguiéndolo de cualquier episodio de vértigo agudo de horas de duración como podría ser un Ménière incipiente o un vértigo asociado a migraña, que no suelen generar tanto daño vestibular.

En la figura 7 representamos el caso de un paciente con una enfermedad de Ménière de varios años de evolución. Aunque inicialmente toda la sintomatología estaba enfocada sobre el oído izquierdo, hace tres años aproximadamente que el paciente refiere que el acúfeno y la fluctuación auditiva son más intensas en el oído derecho. En el transcurso del último año, el paciente tiene clínica de vértigo recurrente, pero la clínica auditiva se ha tornado imprecisa y el paciente no es capaz de localizar el oído más activo. La audiometría pone de manifiesto una hipoacusia neurosensorial pantonal con un umbral tonal medio en torno a 60 dB, sin que en las revisiones periódicas del paciente objetivemos ningún tipo de fluctuación. Las pruebas calóricas muestran una reflectividad global de 4.6°. Con esta información, la principal sospecha es que existe una afectación bilateral tal y como la clínica nos lo sugiere y necesitamos una prueba que nos confirme esta sospecha. Hasta la fecha, las pruebas rotatorias eran la prueba más indicada para casos similares, pero con el desarrollo del vHIT podemos de un modo sencillo, confirmar tal afectación bilateral. ■

Puntos clave

- El vHIT es una herramienta reciente y novedosa con lo que muchas de sus características clínicas están aún por determinar.
- El vHIT ayuda a cuantificar la ganancia del VOR del canal testado y a detectar aquellas sacadas que son invisibles con el ojo desnudo.
- El vHIT actualmente no puede ni debe considerarse un sustituto claro de ninguna de las pruebas vestibulares que existen en la actualidad.

Bibliografía recomendada

1. Hamish Gavin MacDougall and Ian S. Curthoys. Plasticity during vestibular compensation: the role of saccades. *Front. Neurol.*, 28 February 2012.
2. Leonardo Manzari, Ann M. Burgess, Hamish G. MacDougall, Andrew P. Bradshaw, Ian S. Curthoys. Rapid fluctuations in dynamic semicircular canal function in early Meniere's disease. *Eur Arch Otorhinolaryngol* (2011) 268:637–639.
3. Fredrik Tjernström, Anastasia Nystrom, and Måns Magnusson. How to Uncover the Covert Saccade During the HeadImpulse Test *Otol Neurotol*. 2012. 33:1583-15858.

4

ELECTROCOCLEOGRAFÍA (ECoG)

Dr. Eduardo Martín Sanz

- 4.1. Introducción
- 4.2. Fundamentos teóricos
- 4.3. Metodología de realización.
Valores de normalidad
- 4.4. Interpretación de resultados
- 4.5. Detección de artefactos
- 4.6. Indicación de la prueba
- 4.7. Casos clínicos

Introducción

Tal y como el propio término da a entender, la electrococleografía (ECoG) no es más que un registro de un evento electrofisiológico que tiene lugar en la cóclea tras un estímulo acústico.

Lejos de suponer una técnica novedosa, la electrococleografía surgió como herramienta clínica en la década de los 70, aunque los primeros intentos de registro del potencial microfónico coclear (CM) datan de 1930, cuando se descubrió este potencial en el gato (Weber y Bray).

Posteriormente el potencial de suma- ción (SP), fue descrito en animales en 1950 (Davis et al), pero el primer regis- tro en humanos no se obtuvo hasta la dé- cada de los 70 (Eggermon, 1976; Gibson et al, 1977).

Tras el descubrimiento de las aplica- ciones clínicas de los potenciales evoca- dos auditivos de tronco cerebral, aumen- tó el interés por todos los potenciales evocados auditivos. Esto, unido al desa- rrollo de técnicas no invasivas, facilitó la implantación de la electrococleogra- fía como método de estudio en multitud de servicios o unidades de Otorrinolar- ringología.

Las indicaciones de estudio mediante ECoG, no se limitan al estudio del hi- drops endolinfático/enfermedad de Mé- nière, sino que también tienen aplicación clínica de estudio auditivo en población pediátrica, estudio de la disincronía au- ditiva, fístula perilinfática, monitoriza- ción intraoperatoria, entre otros. Pero en este capítulo nos centraremos funda- mentalmente en la principal indicación que es, a nuestro entender, el estudio de la enfermedad de Ménière.

Fundamentos teóricos

Al igual que los Potenciales Auditivos de Tronco Cerebral, tras el estímulo

acústico se generan, en las células cilia- das del órgano de Corti (Cóclea) y las neuronas de primer orden (primera por- ción del VIII nervio craneal), varios po- tenciales diferentes y al mismo tiempo, que se promedian generando la ECoG, cuyo período de análisis se encuentra dentro de los tres primeros milisegun- dos que siguen a la presentación del es- tímulo.

El registro de la electrococleografía está formado fundamentalmente por dos componentes presinápticos, el potencial microfónico coclear y el potencial de suma- ción; y por un componente postinápti- co que es el potencial de acción compo- puesto. En la figura 1 se esquematiza un registro típico con la onda SP y AP .

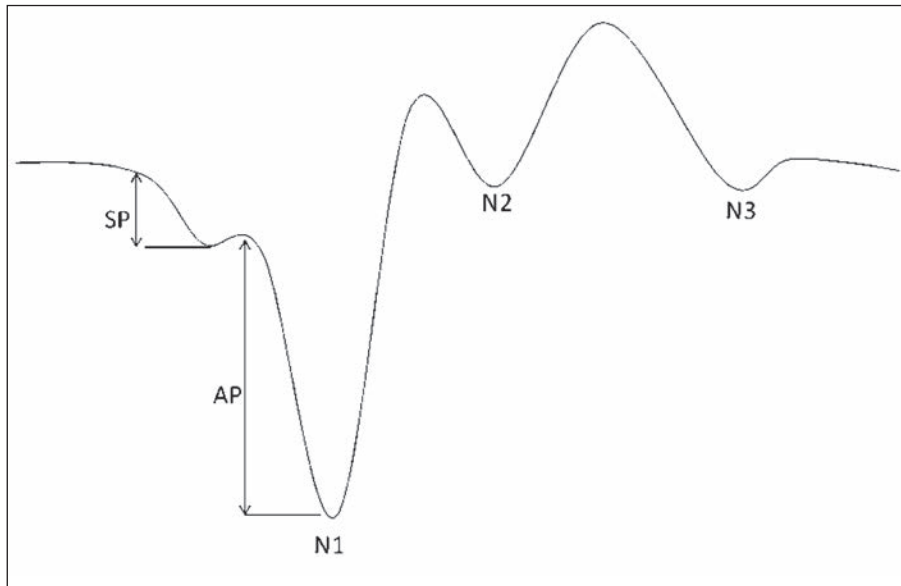
La ECoG recoge la actividad eléctri- ca de estos potenciales, expresando la actividad de la Cóclea como **Potencial Microfónico Coclear** y **Potencial de Su- mación** (componente presináptico) y de la primera porción del nervio auditivo, expresada como **Potencial de Acción Compuesto** (componente postsinapti- co).

Potencial microfónico coclear (CM) y Potencial de Sumación (SP)

Palmer y Russell en 1986 registraron las reacciones al sonido de las células ciliadas y observaron que existían dos componentes: uno de corriente alterna (AC), que es similar a la del estímulo au- ditivo, cuya suma constituye el Potencial Microfónico Coclear y un componente de corriente continua o directa (DC), que consiste en la desviación de la línea de referencia durante la presentación del estímulo, constituyendo su suma el Potencial de Sumación.

La aparición del potencial está liga- da al fenómeno de transducción coc- clear. Esto unido a la gran magnitud del potencial en comparación con otros

Figura 1. Registro normal de una Electrococleografía.



fenómenos electrofisiológicos auditivos, explican la histórica popularidad del CM en el estudio de la vía auditiva en modelo animal y humano. No obstante, pese a su supuesta calificación como herramienta ideal para el estudio auditivo, su utilidad como diagnóstico diferencial de alteraciones del oído interno frente a las derivadas del nervio auditivo, aún no está plenamente establecida.

Potencial Microfónico Coclear (CM)

El CM es un potencial de corriente alterna que refleja directamente la oscilación de la membrana basilar, inducida por el estímulo auditivo, a lo largo de una determinada distancia dentro de la cóclea (Ferraro y Durant, 2002). Esta distancia está determinada por el lugar de estimulación del potencial, la localización del registro, y el método de grabación del mismo.

El Potencial Microfónico Coclear es el primer potencial que aparece en la

cóclea tras el estímulo sonoro y su amplitud es menor que la del potencial de acción. Reproduce como un micrófono la forma de la vibración sonora, tanto en frecuencia como en amplitud, siguiendo al estímulo prácticamente sin latencia y no presenta fatiga ni período refractario. Su amplitud se reduce al aumentar la distancia del electrodo de registro al generador.

Se trata de un potencial con polaridad alternante en el voltaje, cuyo origen parece estar situado en las Células Ciliadas Externas del Organó de Corti, ya que desaparece cuando éstas son lesionadas por kanamicina (Dallos y cols., 1972), o cuando se lesionan de forma mecánica (Spoendlin y Baumgartner, 1977). Sin embargo, no se altera ante la administración de agonistas del glutamato como el ácido kaínico, que lesiona específicamente las dendritas aferentes de tipo I del ganglio espiral, ni ante la sección del nervio coclear con degeneración de las neuronas tipo I, si las CCEs permanecen intactas.

Los CM reflejan por tanto la suma de los potenciales intracelulares de cada célula ciliada.

Potencial de sumación (SP)

El SP aparece como un desplazamiento de la corriente de tipo continuo, generada durante la aparición de los CM, debido al movimiento asimétrico de la membrana basilar, como sucede en la hidropesía endolinfática (sólo aparecen en la gráfica de la ECoG cuando son eliminados los CM mediante estímulos de condensación/rarefacción y promediación).

El SP es una respuesta compleja que engloba a varios componentes. Al igual que el CM, el SP es un potencial relacionado con la intensidad y frecuencia del estímulo.

El potencial está generado por las células ciliadas del órgano de Corti. La diferencia con el CM, es que mientras éste refleja la onda del estímulo, el SP desarrolla una corriente directa modificada, más representativa del desarrollo del estímulo originario.

El SP aparece como una hendidura unidireccional en la línea de base generada por el CM.

Cuando el método de registro se efectúa en la membrana timpánica o en el conducto auditivo externo, el SP suele aparecer como una deflexión negativa, que persiste durante el tiempo del estímulo. No obstante, el signo del mismo puede variarse en función de la localización del electrodo de registro.

El papel del SP en la función auditiva todavía no está totalmente aclarado. Aun así, algunos de sus componentes representan procesos no lineales de transducción de la cóclea.

Precisamente su naturaleza no lineal es la que ha fomentado su utilidad clínica para determinadas entidades como la

enfermedad de Ménière, que se discutirá posteriormente.

Potencial de acción (AP)

El AP representa el sumatorio de las repuestas de miles de fibras del nervio auditivo, que se descargan simultáneamente. El AP es un potencial de acción compuesto, es decir no representa una unidad sino la respuesta de una población de neuronas. La cantidad de fibras estimuladas puede variar dependiendo de si el estímulo es un *click*, cuyo espectro plano estimula toda la membrana basilar, o si es un *toneburst*, que excita un segmento más limitado de la membrana y consecuentemente una población neuronal más limitada.

El AP está caracterizado por una serie de picos negativos que representan la distribución de las descargas neurales subyacentes. El primero de estos picos, es denominado el N1 que es el mismo componente de la onda I hallada en los potenciales evocados auditivos de tronco cerebral (PEATC). Las ondas siguientes, N2 y N3, son también análogas a las ondas II y III de los PEATC.

La amplitud y la latencia del AP, son parámetros con gran utilidad clínica. La amplitud es una referencia de la descarga de las células ciliadas internas. La latencia representa el espacio de tiempo entre el inicio del estímulo y el pico N1. Esta latencia nos da información de cuánto tiempo le cuesta al estímulo propagarse a lo largo de la membrana basilar, células ciliadas y neuronas.

Aunque inicialmente los esfuerzos clínicos se dirigieron al estudio de la hipocusia en pacientes con edad pediátrica, esta indicación fue ampliamente superada por la sensibilidad y robustez de la onda V de los PEATC.

Actualmente, la principal indicación clínica del estudio de esta onda es la eva-

luación y diagnóstico del hidrops endolinfático.

Metodología

La realización de una electrococleografía no difiere demasiado de la que habitualmente empleamos para cualquier tipo de potencial auditivo, con lo que la metodología empleada es familiar a cualquier ORL habituado a los potenciales de tronco cerebral o de estado estable.

Diferencias EcoG extra/transtimpánica

Los dos abordajes existentes en la actualidad, para el registro de la Electrococleografía son el transtimpánico y el extratimpánico.

La Electrococleografía transtimpánica requiere un abordaje invasivo, que consiste en atravesar la membrana timpánica y posicionar el electrodo sobre el promontorio coclear. Si el registro se efectúa durante un proceso quirúrgico de

oído medio, también se puede posicionar un electrodo sobre la ventana redonda.

La principal ventaja (tabla 1) de la vía transtimpánica se deriva de la proximidad del electrodo a los generadores de respuesta, lo que produce ondas con mayor amplitud y menor ruido que otras técnicas. Del mismo modo, el número de repeticiones de cada estímulo es sensiblemente menor al necesario en el caso de la forma extratimpánica.

Su principal desventaja se limita a que es considerada como una prueba invasiva. La introducción del electrodo requiere la asistencia de un facultativo y en ocasiones anestesia local y/o sedación. Este hecho ha limitado considerablemente su desarrollo, como una prueba habitualmente presente en los distintos servicios ORL.

Los registros extratimpánicos se efectúan con un electrodo, posado sobre la superficie de la membrana timpánica o sobre la piel de canal auditivo externo, dependiendo del tipo de electrodo que

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la electrococleografía extra y transtimpánica

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
TRANSTIMPÁNICA	Calidad del registro	Procedimiento invasivo
	Identificación de las ondas	Anestesia local y sedación
	Número de repeticiones estímulo	Presencia de facultativo
	Mejor reproductibilidad	Duración de la prueba
	Relación señal-ruido	Peor tolerada por el paciente
	EXTRATIMPÁNICA	No invasiva
Escasa morbilidad		Identificación ondas más compleja
Duración de prueba		Mayor número de repeticiones
Bien tolerada por el paciente		Peor reproductibilidad
Innecesario facultativo		Relación señal-ruido
Mejor disponibilidad en la consulta		Menos adecuada a estudio auditivo

dispongamos. El electrodo extratimpánico (Fig. 2, 3) consta de un tubo de silicona hueco, por donde pasa el alambre que finaliza en forma redondeada, y se continúa con un algodón. Para el registro es preciso humedecer el algodón en suero salino y aplicar un gel conductor, que hará más fácil la introducción del electrodo y obtendremos mejor señal. Otro tipo de electrodo consiste en una gomaespuma rodeada de una capa metálica que entra en contacto directo con la parte más lateral del conducto auditivo externo.

Ya que la principal diferencia entre ambas técnicas, derivan de la lejanía del electrodo del promontorio, a la hora de elegir un electrodo extratimpánico deberíamos tener en cuenta que, cuánto más alejado esté de la membrana timpánica, peor calidad del registro obtendremos.

El abordaje extratimpánico requiere mayor repetición del estímulo que el anterior, ya que las amplitudes de las respuestas suelen ser sensiblemente menores. Su principal ventaja radica en la facilidad de su utilización, la escasa morbilidad que genera, y que la asistencia por un facultativo directamente sea en la mayor parte de las ocasiones

innecesario. Esto ha contribuido a que la EcoG esté adquiriendo una presencia cada vez mayor en los distintos protocolos diagnósticos.

No obstante, la decisión por una u otra forma de registro depende fundamentalmente de las características de cada servicio, el personal y disposición de los facultativos.

Instrucciones al paciente

Las instrucciones a los pacientes varían mucho si optamos por un registro u otro. Habitualmente el registro mediante la aplicación del electrodo extratimpánico suele durar poco más de 15 o 20 minutos y no es habitual que genere molestias más allá de las provocadas cuando realizamos cualquier otro potencial evocado auditivo.

Aunque es un potencial de fácil obtención, es un registro muy sensible al movimiento del paciente y hay que evitar en todo momento la posible contaminación miogénica.

Por este motivo, la principal instrucción que debemos transmitir al paciente es que esté lo más relajado posible (tabla 2).

Es importante realizar la prueba en un

Figura 2. Esquema representativo de las dos principales modalidades de registro de la electrococleografía, transtimpánica y extratimpánica. Modificado de Ferraro.

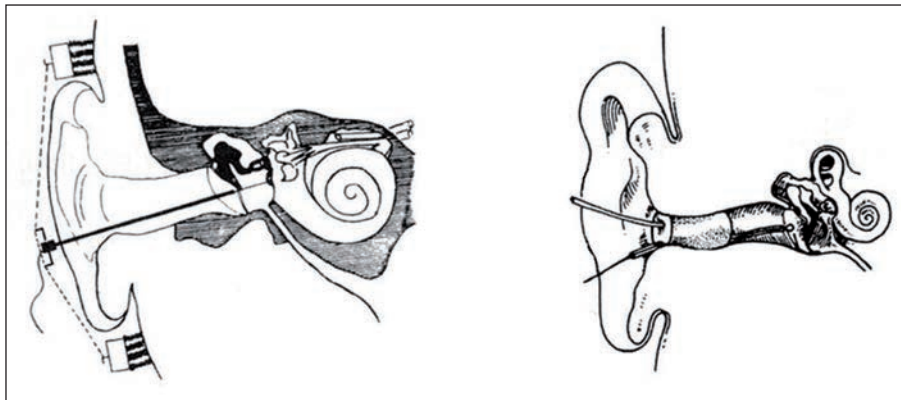


Tabla 2. Puntos clave para realización de la prueba.

Baja luminosidad
Habitación insonorizada
Evitar contaminación eléctrica
Paciente relajado con ojos cerrados
Tumbado en una camilla
Evitar cruzar brazos y piernas
Evitar girar demasiado cuello

habitáculo insonorizado con poca luz y evitar en todo lo posible cualquier tipo de interferencias eléctricas (Fig. 4). El paciente deberá estar recostado sin cruzar brazos y piernas, con ojos cerrados y con cabeza levemente girada evitando en todo momento cualquier tipo de postura forzada que, por seguro, anulará la prueba.

Estímulo

Habitualmente el software ya tiene preconfiguradas las características del estímulo auditivo para la realización de la ECoG, en cuanto a la frecuencia de rateo, los filtros y la duración del estímulo. No obstante la ECoG se puede realizar con cualquier equipo de potenciales auditivos, ajustando debidamente los parámetros. Nuestro equipo es un sistema de potenciales evocados Smart EP® (Inte-

lligent Hearing Systems®, Miami, Florida, USA). Utilizamos un registro mono-canal obtenido con estímulo monoaural consistente en clicks de 0.1 ms, de polaridad alternante a 90 dB con un rateo de 7.1/segundos. La actividad del potencial evocado es filtrada con un rango de 5 a 1.500 Hz.

Utilizamos habitualmente un estímulo de banda ancha como es el click. Aunque otros autores han demostrado un aumento de la sensibilidad de la prueba utilizando el tone burst, al ser éste un estímulo, que precisa mayor duración y con posible pérdida de sincronización, es más adecuado con una técnica transtimpánica.

El estímulo acústico se puede realizar con un auricular convencional, una oliva similar a la que utilizamos para cualquier potencial auditivo o incluso es factible realizarlo en campo libre. *Nosotros aconsejamos utilizar la oliva, que nos aporta una mayor amplitud de respuesta y es perfectamente tolerada por el paciente.*

Otro aspecto importante a tener en cuenta, es el número de repeticiones de cada estímulo hasta obtener un registro válido. Es un principio fundamental de la electrofisiología el que para obtener un potencial interpretable, éste tenga una buena reproductibilidad y un número adecuado de repeticiones que generen

Figura 3. Electrodo para el registro extratimpánico de electrococleografía.

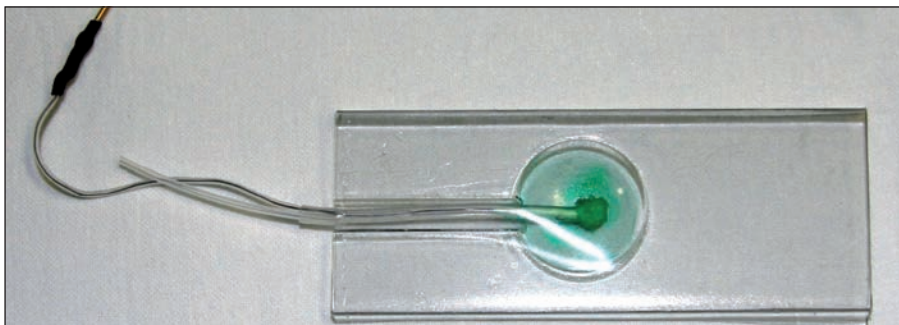
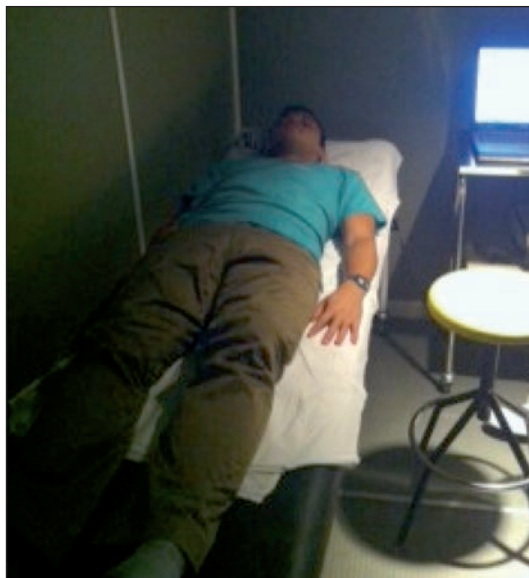


Figura 4. Posición aconsejada del paciente durante el registro.



un registro estable. Habitualmente, en nuestra experiencia, con al menos 400-500 repeticiones ya podemos obtener un potencial de buena calidad. No obstante esta cifra es variable y es habitual encontrar recomendaciones de otros autores en torno a las 1000 repeticiones necesarias para un estímulo válido.

Electrodos

Previamente a la colocación de los mismos, tenemos que asegurarnos de una correcta limpieza del conducto auditivo

externo que favorezca la posterior introducción del electrodo extratimpánico. Del mismo modo, la piel ha de limpiarse para eliminar cualquier rastro de sudor o maquillaje que pueda aumentar la impedancia de los electrodos y así inutilizar la prueba. El electrodo activo, es el que introducimos en el conducto auditivo. En nuestra experiencia, no es necesaria la utilización de un microscopio, puesto que la introducción suave del electrodo que está impregnado en gel conductor, no suele generar mayor molestia al paciente, y hasta la fecha no tenemos ninguna complicación derivada de dicha introducción.

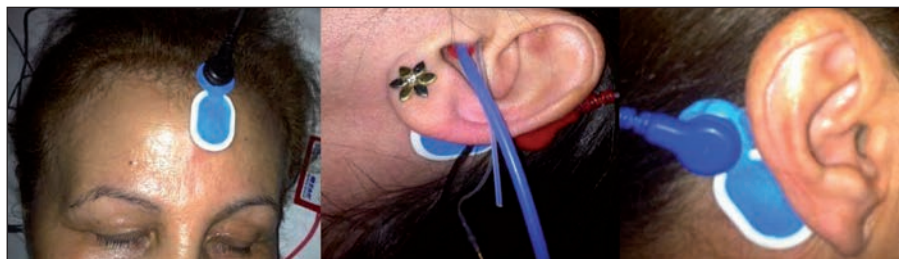
El electrodo de tierra, lo ponemos en la frente del paciente y por último el electrodo negativo en la mastoides ipsilateral al oído estimulado (Fig. 5).

Valores de normalidad

La gran dispersión existente en los resultados de los distintos laboratorios vestibulares, se debe principalmente a que existen muchas variables a tener en cuenta a la hora de realizar la prueba (tipo de electrodo, intensidad del estímulo, filtros, rateo, repetitibilidad...).

De este modo cada laboratorio ha de establecer un umbral del cociente SP/AP para el diagnóstico de la enfermedad de Ménière y así obtener unas cifras de sensibilidad y especificidad óptimas.

Figura 5. Configuración de los electrodos.



En nuestra población de pacientes y con nuestra estimación de un umbral necesario del cociente SP/AP mayor de 0.5, obtenemos una sensibilidad del 85% (85 pacientes de 100 obtuvieron una cifra superior a 0.5) y una especificidad del 80% (16 pacientes de 20 obtuvieron una cifra inferior a 0.5), tal y como se muestra en la tabla 3.

Indicación de la EcoG

El desarrollo en el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad de Ménière, a lo largo de estos años, es innegable y parte del mismo está reflejado en muchos de los capítulos del presente libro, si bien es cierto que su base fisiopatológica, el hidrops endolinfático, todavía están envuelta en cierta controversia. Debido a que la ECoG se convirtió en el primer método de objetivación de dicho hidrops, se ha producido un resurgimiento de esta herramienta como un instrumento de diagnóstico y evaluación del Ménière fiable y reproducible. De hecho, es indudable que la principal indicación de la ECoG está en el diagnóstico o monitorización de la enfermedad de Ménière.

No obstante, algunos autores han puesto de manifiesto la utilidad de la ECoG en otras patologías como la fístula perilinfática, sífilis congénita o enfermedad de Lyme. Pero quizás donde más relevancia está adquiriendo la ECoG, además de la enfermedad de Ménière, es en el diagnóstico del síndrome de la tercera ventana, donde varios autores coinciden en la observación de registros patológicos en pacientes con dehiscencia del canal semicircular superior (Adams et al, 2011).

Interpretación de los resultados

Es un hecho comprobado que los pacientes con enfermedad de Ménière nor-

Tabla 3. Tabla de contingencia comparativa de pacientes con enfermedad de Ménière y grupo de sujetos normales.

	ECoG + (PS/AP>0.5)	ECoG- (PS/AP>0.5)
Grupo Ménière	85	15
Grupo normal	4	16

malmente desarrollan amplitudes del SP aumentadas. Esto se explica porque el aumento del volumen endolinfático crea una alteración en la capacidad vibratoria del órgano de Corti, ante la cual el SP es sensible. A pesar de que este hallazgo es frecuente, la baja especificidad del mismo reduce mucho su aplicabilidad. El rendimiento de la prueba aumenta considerablemente si se relaciona con la amplitud del AP.

De hecho, actualmente la mayoría de los autores consideran que un aumento del cociente SP/AP utilizando *clicks*, es característico del Ménière/hidrops.

Aunque la especificidad de este cociente a la hora de identificar el hidrops es alta, oscilando según distintos autores entre 70-90% (Ferraro et al, 1990; Murphy et al, 1997; Ge and Shea, 2002; Martín-Sanz et al 2012), la incidencia del aumento de este cociente en la población con enfermedad de Ménière oscila entre el 55-65%, y se han descrito cifras tan bajas como el 20% (Gibson et al, 1977).

Una de las explicaciones para esta gran disparidad en torno a las cifras publicadas de sensibilidad y especificidad de la prueba, además de la variabilidad de los registros utilizados y las diferencias de calibración, la encontramos fácilmente en la propia naturaleza de la enfermedad de Ménière. Ésta, es un proceso clínico caracterizado por la evolución de distintos estadios, los cuales se manifiestan electrofisiológicamente de modo diferente. De este modo, tanto Ferraro (1985) como Pou et al (1996) encontraron diferentes cocientes SP/AP en

función de la fase clínica del paciente, llegando hasta un 90% de especificidad cuando la enfermedad estaba activa clínicamente. Ge y Shea (2002) encontraron en una muestra de 2140 pacientes con enfermedad de Ménière diferencias según el estadio audiométrico y clínico, y según el tiempo de evolución de la enfermedad.

Este mismo hecho, apoya la recomendación de distintos autores de utilizar la Electrocoqueografía para comparar varios registros del mismo paciente en distintos estadios clínicos.

En un intento de mejorar la sensibilidad de la prueba para el diagnóstico de la enfermedad de Ménière, Devaiah et al (2003), no sólo mide el cociente SP/AP, sino el área SP/AP, con lo que aumenta según el autor la sensibilidad de la prueba.

Dicho esto, ante un registro con un cociente SP/AP elevado, podemos diagnosticar con relativa confianza un hidrops endolinfático, *pero es necesario enfatizar que la presencia de hidrops no garantiza que exista un síndrome de Ménière.*

De hecho, en la actualidad aún no está resuelto el dilema de la presencia de un hidrops endolinfático en un paciente asintomático, que otros autores han puesto de manifiesto (Merchant et al 2005), y que tenemos que tener en cuenta a la hora de informar a nuestros pacientes. El diagnóstico de hidrops endolinfático nos va ayudar a apoyar una sospecha clínica previa, a distinguirlo de patologías que imiten la enfermedad de Ménière o a ampliar el diagnóstico diferencial.

Detección de artefactos

Para obtener un registro válido e interpretable, es fundamental saber distinguir aquellos registros bien realizados de aquéllos que tenemos que descartar

por no poder obtener información fiable. De hecho esta prueba requiere experiencia tanto en el registro como en la interpretación.

Por esta razón es importante saber en qué condiciones se ha realizado la prueba, el grado de colaboración del paciente, las impedancias obtenidas de los electrodos y muy especialmente el porcentaje de estímulos rechazados por el equipo.

Habitualmente, *la principal razón de una tasa elevada de rechazo de estímulos suele deberse a una mala colocación del electrodo o un conducto ocupado parcial o totalmente por cerumen.*

Frecuentemente, los errores en la interpretación de la prueba derivan de un mal marcado de las ondas SP y AP. Es importante conocer que la SP varía según el estadio de la enfermedad. En fases muy avanzadas puede llegar desaparecer el SP por el daño coclear, con lo que es habitual que en pacientes con un Ménière avanzado con un estadio auditivo grado III-IV, los resultados sean menos consistentes por no estar presente la onda SP.

En base a este hecho, *aconsejamos no marcar ondas en caso de dudas, porque es preferible un registro inválido a una conclusión errónea sobre la patología del paciente.* Puesto que nuestro valor fundamental es un cociente, pequeñas variaciones en el marcado de la onda SP pueden generar grandes alteraciones del SP/AP, lo que nos llevaría a tener una conclusión errónea con toda probabilidad (Fig. 6).

A medida que el examinador tiene experiencia, la exclusión de registros va disminuyendo y la sensibilidad y especificidad de la prueba aumenta.

Casos clínicos

En la figura 7 se representa el registro

de un paciente de 26 años de edad con una clínica menieriforme de oído derecho, con vértigo espontáneo recurrente de 30 minutos de duración asociado a incremento de acufeno, presión ótica e hipoacusia ipsilateral.

A pesar de las distintas revisiones efectuadas por el paciente en nuestro servicio, en ninguna de ellas se pudo constatar la fluctuación audiométrica, por no atenderle en el momento de la crisis. Las pruebas calóricas, rotatorias y VEMPs tampoco fueron de ayuda, puesto que en ningún caso, se evidenció algún tipo de déficit o daño vestibular que localizase el oído afecto, que por otro lado era evidente desde el punto de vista clínico. El problema surgió cuando el paciente no mostró ningún tipo de mejoría, y además ocasionalmente manifestó sin demasiada seguridad, que percibía acúfenos en el oído contralateral. En este caso nos planteamos proceder a la terapéutica intratimpánica, pero necesitábamos una evidencia del oído afecto y

una confirmación de la normalidad del contralateral. Esta evidencia se obtuvo de la ECoG que muestra un índice SP/AP elevado del oído afecto y dentro de la normalidad en el oído sano.

Puesto que el Ménière produce un hidrops coclear en fases iniciales, es relativamente frecuente, que las pruebas vestibulares convencionales no provean de evidencia suficiente de daño vestibular en este tipo de pacientes.

En la figura 8 representamos el caso de un paciente con una enfermedad de Ménière de varios años de evolución. Aunque inicialmente toda la sintomatología estaba enfocada sobre el oído izquierdo hace tres años aproximadamente que el paciente refiere que el acúfeno y la fluctuación auditiva son más intensas en el oído derecho. En el transcurso del último año, el paciente tiene clínica de vértigo recurrente, pero la clínica auditiva se ha tornado imprecisa y el paciente no es capaz de localizar el oído más activo. La audiometría pone de manifiesto una

Figura 6. Registro en un paciente en el que en el oído izquierdo (en azul) se detectan las ondas SP y AP con facilidad. En cambio en el oído derecho (rojo), se ha marcado la onda SP (flecha roja), erróneamente, porque no está presente.

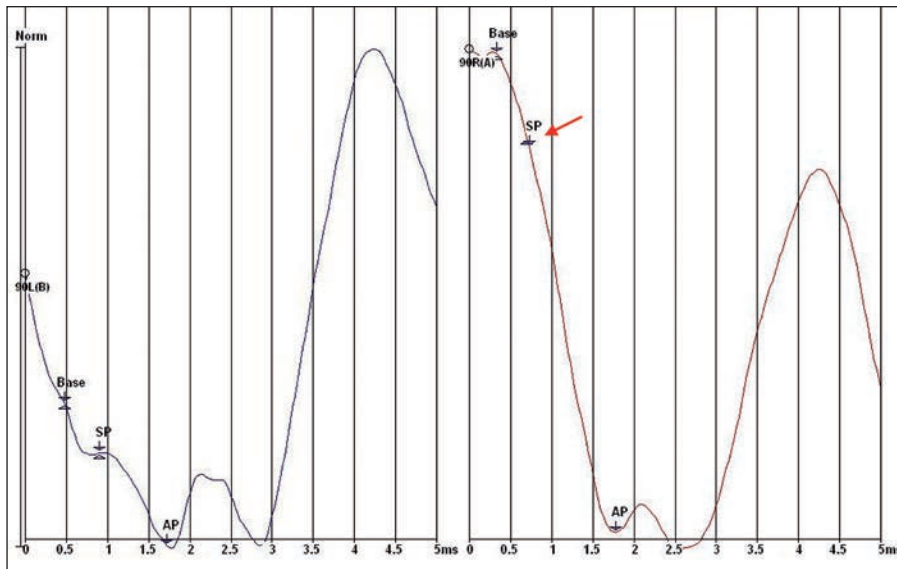


Figura 7. Registro de un paciente con una enfermedad de Ménière probable de oído derecho.

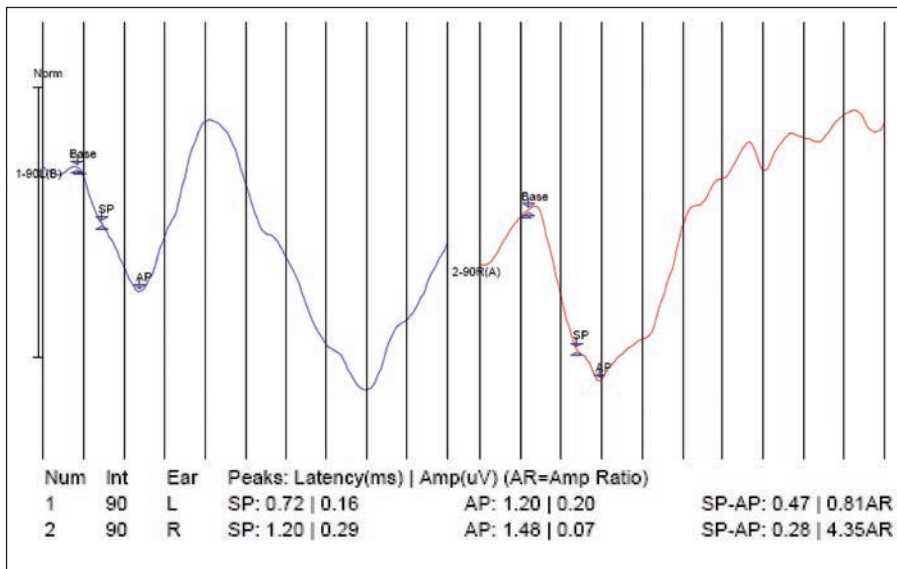
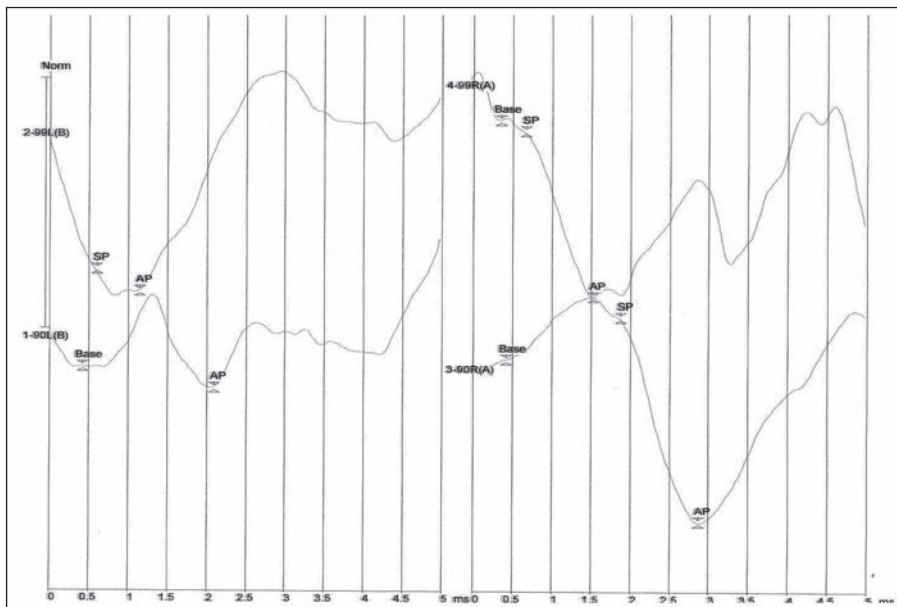


Figura 8. EcoG en una paciente con enfermedad de Ménière bialteral, con mayor actividad en el oído derecho en el momento de la prueba.



hipoacusia neurosensorial pantonal, con un umbral tonal medio en torno a 60 dB, sin que en las revisiones periódicas del

paciente objetivemos ningún tipo de fluctuación. Las pruebas calóricas muestran una reflectividad global de 4.6°/s con lo

que sugiere una disfunción bilateral que no nos permite localizar el lado patológico. Del mismo modo, las pruebas rotatorias, nos muestran un registro normal, concluyendo que en dichas frecuencias, no hay evidencia de daño vestibular, y los VEMPs son ausentes bilateralmente.

En este caso la ECoG nos mostró que, efectivamente el oído activo era el derecho, y que en caso de plantearnos un tratamiento intratimpánico, actuásemos primero sobre el oído derecho. ■

Puntos clave

- Aunque los componentes de la Electrococleografía incluyen el CM, SP y AP, los parámetros que más utilidad clínica han demostrado para la enfermedad de Ménière son el SP y el AP, especialmente su cociente resultante.
- El registro extratimpánico en general, es un procedimiento mejor aceptado por los pacientes y menos invasivo sin que esto repercuta en la sensibilidad de la prueba.
- Aunque la especificidad de la prueba para la enfermedad de Ménière es ampliamente aceptada, su sensibilidad no es tan alta.
- Existe una correlación positiva entre el cociente SP/AP y la actividad y duración de la enfermedad de Ménière, por lo que también es un instrumento útil para monitorizar la enfermedad.

Bibliografía recomendada

1. Ferraro JA, Durrant JD.
Electrocochleography in the Evaluation
of Patients with Ménière's Disease/
Endolymphatic Hydrops. *J am Acad
Audiol* 17:45-68.2006
2. Ge X, Shea JJ. Transtympanic
Electrocochleography: A 10-year
Experience. *Otol Neurotol* 23:799-805.
2002.
3. Robert Francis Burkard, Manuel
DonJos J Eggermont. *Auditory Evoked
Potentials: Basic Principles and Clinical
Application.*2007. Lippincott Williams &
Wilkins.

5

POSTUROGRAFÍA DINÁMICA COMPUTERIZADA (CDP)

Dr. Jonathan Esteban Sánchez

- 5.1. Introducción
- 5.2. Fundamentos teóricos
- 5.3. Metodología de realización.
Valores de normalidad
- 5.4. Interpretación de resultados
- 5.5. Detección de artefactos
- 5.6. Indicación de la prueba
- 5.7. Casos clínicos

Introducción

El **objetivo** principal de los sistemas encargados de mantener el equilibrio es:

- Lograr que el centro de la masa o centro de gravedad corporal, se mantenga dentro de la base de sustentación, sin sobrepasar los límites de estabilidad y por tanto evitar las caídas.

Este equilibrio ha de conseguirse tanto en situaciones estáticas (bipedestación) como en situaciones dinámicas (marcha), a la vez que mantenemos una perfecta coordinación con el sistema muscular y visual para conseguir una visión estable.

La posturografía mide el balanceo del cuerpo o “sway” durante las diferentes situaciones que programaremos. Este balanceo es la oscilación del centro de masas en la dirección anteroposterior y lateral.

Hablamos de posturografía dinámica computerizada (CDP) cuando, no sólo se realiza un control postural estático y dinámico del paciente mediante una plataforma estabilométrica, sino cuando modificamos las informaciones sensoriales, introduciendo una plataforma móvil y un entorno visual referenciado (sway-referenced) al movimiento, que realiza el propio paciente durante la exploración.

Las plataformas para CDP desarrolladas por Nashner (Equitex, Pro Balance Master, Smart Balance Master...) han permitido en los últimos años estudiar objetivamente este balanceo. En las diferentes situaciones que le planteamos al paciente podemos analizar el control postural tanto estático como dinámico y la participación de los distintos sistemas sensoriales aferentes en el control del equilibrio.

Fundamentos Teóricos

Mantener el equilibrio básicamente

consiste en la capacidad de sustentar el centro de masa de nuestro cuerpo en un plano superior al de la superficie de contacto de nuestros pies y mantener la proyección de éste dentro de sus límites de estabilidad.

Para alcanzar el objetivo del equilibrio tanto estático como dinámico se requiere la coordinación perfecta de los sistemas sensoriales, neuromusculares, musculoesqueléticos y del sistema nervioso central.

Por tanto para obtener un equilibrio perfecto debemos:

1. Recopilar la **información** proporcionada por los receptores sensoriales vestibular, visual y somatosensorial. Estos receptores se basan en varias referencias:
 - a. El Sistema Vestibular que utiliza una referencia interna y fija : “la fuerza de la gravedad”.
 - b. Los Sistemas Visual y Somatosensorial, utilizan referencias externas y por tanto variables; es decir serán los objetos que nos rodean en el caso del sistema visual y la superficie de apoyo con la posición de nuestras articulaciones en el caso del sistema somatosensorial.

Con esta información se consigue tener una localización del centro de gravedad y la posición espacial en todo momento.

2. Realizar una **Integración** continua a nivel del Sistema Nervioso Central (SNC), que actúa como procesador de las informaciones recibidas. Mediante el SNC somos conscientes nuestra posición en el espacio y por tanto podemos generar de forma inmediata, órdenes musculares encaminadas a la producción de movimientos reflejos compensatorios para lograr el control del equilibrio en la bipedestación y en la marcha, a la vez que mantenemos una visión clara y estable del entorno visual.

3. Resolver los conflictos sensoriales:

En el caso de aquellas situaciones, en las que se obtienen informaciones contradictorias, también el SNC se encarga de **resolver los conflictos sensoriales** que se pueden producir. Por ejemplo, si la superficie de soporte no es estable o los objetos del medio están en movimiento, la información funcional que proporcionan los sistemas somatosensorial y visual en cada una de dichas circunstancias es imprecisa y sensorialmente conflictiva. El SNC es capaz de organizar la información recibida y rechazar aquélla imprecisa para así, poder adaptarse a las condiciones ambientales en las que nos encontremos.

4. Generar movimientos reflejos compensatorios:

Para conseguir mantener la estabilidad ocular y correctamente alineado el centro de gravedad corporal sobre los pies, nos basamos en la información sensorial recibida y en los movimientos reflejos compensatorios. Éstos son:

a. Reflejo Vestíbulo Ocular (VOR) para **mantener la estabilidad ocular** al atrapar los objetos de interés en la porción más sensible de la retina (la fovea) con el fin de proporcionar una visión nítida incluso en movimiento.

b. Reflejo Vestíbulo Espinal (VER) que **mantiene la estabilidad postural estática y dinámica**, mediante la contracción de músculos agonistas y antagonistas específicos que, provocando movimientos musculares automáticos, favorecen el control postural y el desarrollo de estrategias de equilibrio. Los movimientos o respuestas musculares se organizan combinando dos patrones de movimientos, uno en relación con la

articulación del tobillo y el otro en relación con la cadera, basándose en el desplazamiento corporal y la superficie de soporte que tengamos, se generan así los siguientes tipos de estrategia para lograr el control del equilibrio y evitar las caídas:

i. Estrategia de Tobillo rota el cuerpo alrededor de dicha articulación y para ser efectiva el centro de gravedad debe moverse lentamente y la superficie de soporte debe ser consistente y mayor que la superficie de los pies.

ii. Estrategia de Cadera concentra los movimientos posturales alrededor de dicha articulación y se genera cuando la superficie de soporte es móvil, o más pequeña que los pies, o cuando el centro de gravedad se mueve rápidamente, o próximo a los límites de estabilidad. Los límites de estabilidad se definen como aquellas posiciones sobre las que podemos desplazar el centro de gravedad sin perder el equilibrio.

iii. Estrategia de paso es el único mecanismo posible una vez se ha superado el límite de estabilidad y las anteriores estrategias no han sido eficaces. El paciente debe levantar el pie y dar un paso para recuperar el equilibrio.

Por tanto, para que en personas normales sea posible lograr la orientación espacial y mantener el equilibrio en una amplia variedad de circunstancias, el SNC integra las aferencias sensoriales, a continuación inicia una respuesta a nivel de los sistemas efectores periféricos formados por la musculatura de la cabeza, ojos, cuello, tronco, rodilla y tobillo,

adoptando las estrategias de movimiento necesarias para mantener el control postural y evitar la caída.

Metodología de realización de la Posturografía Dinámica Computerizada

La prueba consiste en varios ejercicios de dificultad creciente.

En estos ejercicios situaremos al paciente sobre la plataforma de posturografía, teniendo especial cuidado en la colocación de los pies sobre la plataforma de estudio ya que un error en la colocación del paciente, podría suponer un importante artefacto de los resultados que se obtengan. Además se le colocarán los arneses de seguridad, que protegerán al paciente de posibles caídas.

La plataforma consta de una superficie que contacta con cuatro receptores de presión (uno en cada esquina) simétricamente situados, que miden las fuerzas verticales y un transductor central que mide las fuerzas horizontales a lo largo del eje anteroposterior. Mediante la señal recibida por estos sensores se obtiene un registro conocido como oscilograma o estabilograma a lo largo del tiempo (Fig. 1.1 y 1.2). Cuando el paciente se inclina hacia delante, obtenemos una curva ascendente, mientras que cuando lo hace hacia detrás, la curva es descendente.

Las distintas pruebas que podemos realizar con la posturografía dinámica son las siguientes:

Desplazamiento máximo voluntario

El objetivo es conocer la capacidad de movilidad del paciente.

Para esto se le indica al paciente que se balancee a tres velocidades diferentes, lento, moderado y rápido. En un primer tiempo deberá moverse hacia delante y hacia atrás todo cuanto pueda (hasta

Figura 1.1. Balanceo anteroposterior dentro de la normalidad.

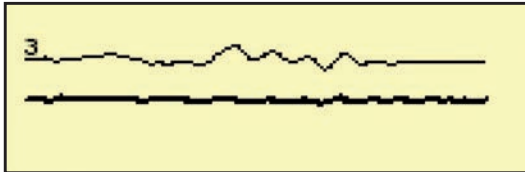


Figura 1.2. Excesivo balanceo anteroposterior.



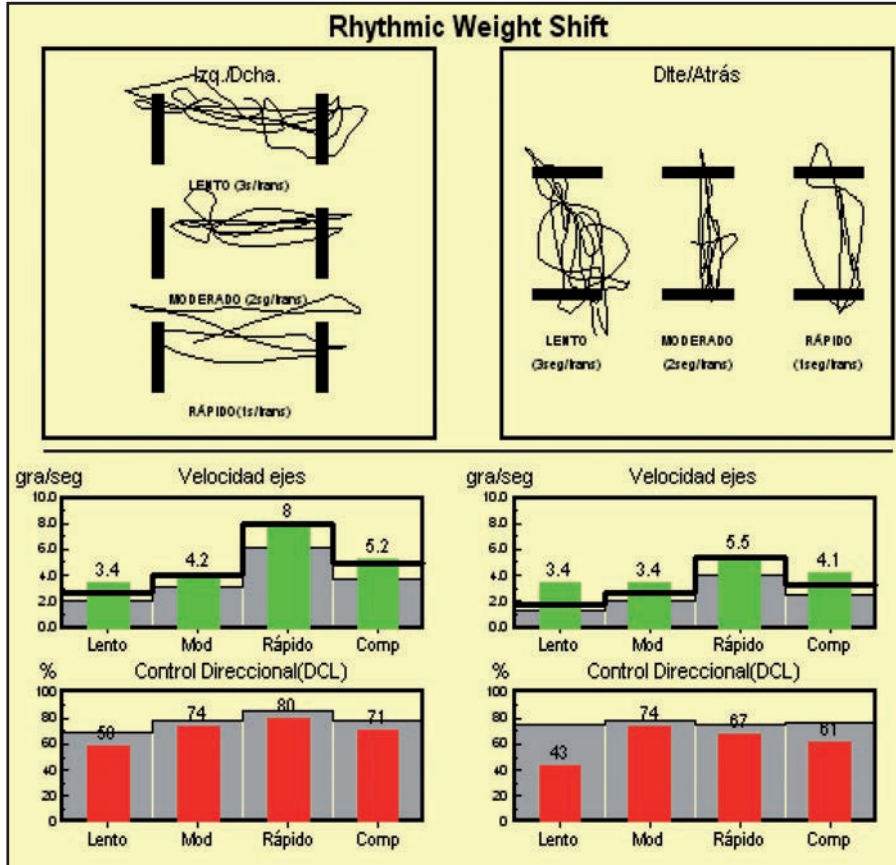
alcanzar su máximo límite de estabilidad) y en un segundo tiempo hacia la derecha y hacia la izquierda igualmente hasta alcanzar los límites de estabilidad y sin caerse. La gráfica que resulta es un gran balanceo anteroposterior y lateral (Fig. 2).

Los valores que podemos analizar son el control direccional del paciente al moverse y la velocidad a la que es capaz de realizar el ejercicio. Dichos valores son comparados con la normalidad para un paciente de su misma edad peso y talla.

En condiciones normales un paciente puede mostrar un balanceo de anterior a posterior con una amplitud total de hasta 12,5 grados (6,25 anterior, 6,25 posterior) sin pérdida de equilibrio. El peso del paciente influye en el límite de estabilidad, el tamaño de los pies en el límite antero-posterior y la distancia de colocación de los pies entre sí en los límites de estabilidad lateral.

La puntuación de equilibrio es la diferencia angular entre la máxima oscilación anteroposterior del paciente a lo largo de cada prueba (grados de oscilación) y los límites máximos normales

Figura 2. Test de balanceo patológico con velocidades dentro de la normalidad pero con controles direccionales patológicos.



de estabilidad anteroposterior (límites de estabilidad). El resultado se expresa como un porcentaje entre 0 y 100, en el cual 0 indica un balanceo que excede los límites de estabilidad (caída) y 100 indica una estabilidad perfecta.

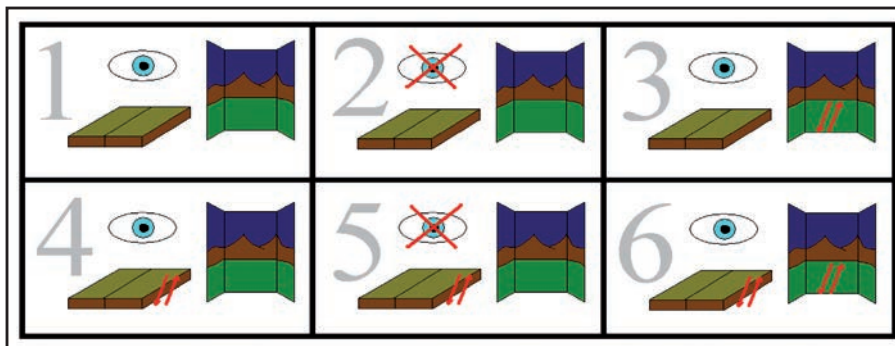
Los datos individuales, que permiten el cálculo de la puntuación de equilibrio, también contienen información significativa sobre la amplitud, frecuencia, dirección y regularidad del balanceo del paciente.

Test de Organización Sensorial (SOT)

Para el test de organización sensorial,

tanto la plataforma como el entorno, pueden moverse para crear diferentes condiciones, siempre alrededor de un eje alineado con la articulación del tobillo, o lo que es lo mismo, situaciones referenciadas al movimiento del paciente. De este modo si el sujeto desplaza su centro de gravedad hacia delante, la superficie de apoyo se mueve también en la misma dirección y con la misma intensidad. Esto se define como “superficie de apoyo referenciada al balanceo”. Al girar en torno a la articulación del tobillo, conseguimos mantener el ángulo tibio-tarsal (ángulo que forma la cara superior del pie con la anterior de la pierna) estable

Figura 3.



y por tanto inhibir una de las fuentes de aferencia de la extremidad inferior. Generaremos información errónea, pero no eliminamos totalmente la aferencia somatosensorial, ya que disponemos de otras aferencias como son la sensibilidad táctil, receptores de presión en las extremidades y sensibilidad somática en otras articulaciones y músculos.

De la misma forma, el entorno visual podemos desplazarlo hacia delante y hacia detrás siguiendo el grado de inclinación del paciente. Esto se define como entorno visual referenciado al balanceo o sway-referenced. Gracias a esta condición si el entorno se mueve en la misma amplitud y velocidad que las modificaciones corporales del paciente la información visual será errónea indicándole que no existe movimiento. Ésta condición generará un conflicto entre la información visual, que le indica ausencia de movimiento y la vestibular que informa que sí lo hay.

Gracias a estas modificaciones en las aferencias sensoriales, podemos evaluar la contribución relativa de cada uno de ellos al mantenimiento del equilibrio y la capacidad del sujeto para adaptarse a aquellas situaciones de conflicto que se le plantean.

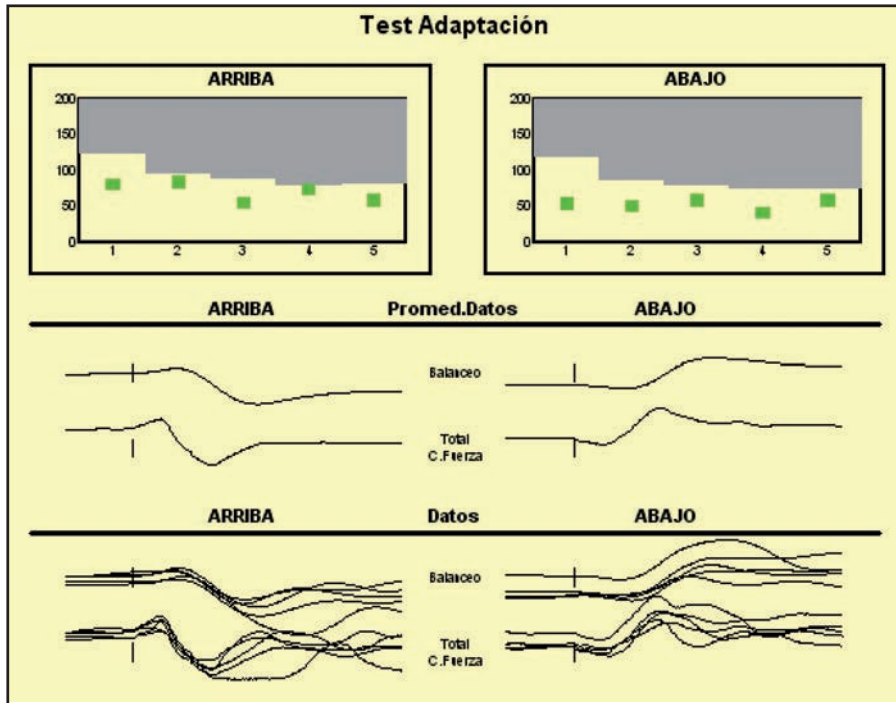
El valor obtenido entre 0 y 100 es representado gráficamente, comparándolo con el equilibrio esperado, para una persona de su mismo sexo, altura y edad, que aparece como un sombreado grisáceo. Cuando el valor obtenido es superior, el test aparecerá en verde y cuando es inferior, en rojo, indicando que éste es patológico.

El SOT en la práctica consta de seis condiciones, en las que el paciente realiza tres intentos en cada una de ellas de 20 segundos cada uno (Fig. 3). En las condiciones 1, 2 y 3 la plataforma permanece fija y en las 4, 5 y 6 la plataforma se encuentra móvil como hemos explicado previamente referenciada al movimiento del paciente. En las condiciones 1 y 4 el paciente permanece con los ojos abiertos, en las 2 y 5 permanece con los ojos cerrados y en la 3 y 6 con los ojos abiertos pero con el entorno referenciado a los cambios en el centro de gravedad.

Test de Adaptación

Mediante este test se estudia la capacidad del paciente para reaccionar ante un movimiento de la superficie de apoyo de forma brusca e inesperada. Este movimiento se repite en 5 ocasiones y se analiza la fuerza necesaria para com-

Figura 4. Test de adaptación.



pensar dicho movimiento y mantener el equilibrio.

El valor que obtenemos es la energía de balanceo, siendo ésta la resultante de la cantidad de movimiento, que realiza el paciente durante los 2,5 segundos siguientes a la inclinación súbita de la plataforma (Fig. 4).

Con esta prueba por tanto analizamos la capacidad de reacción a las perturbaciones de la superficie de apoyo.

Límites de Estabilidad

Con este ejercicio se pretende evaluar la máxima capacidad de desplazamiento del paciente con respecto al centro de gravedad en todas las direcciones del cono de estabilidad del paciente.

En condiciones normales el perímetro por el que un sujeto es capaz de mover-

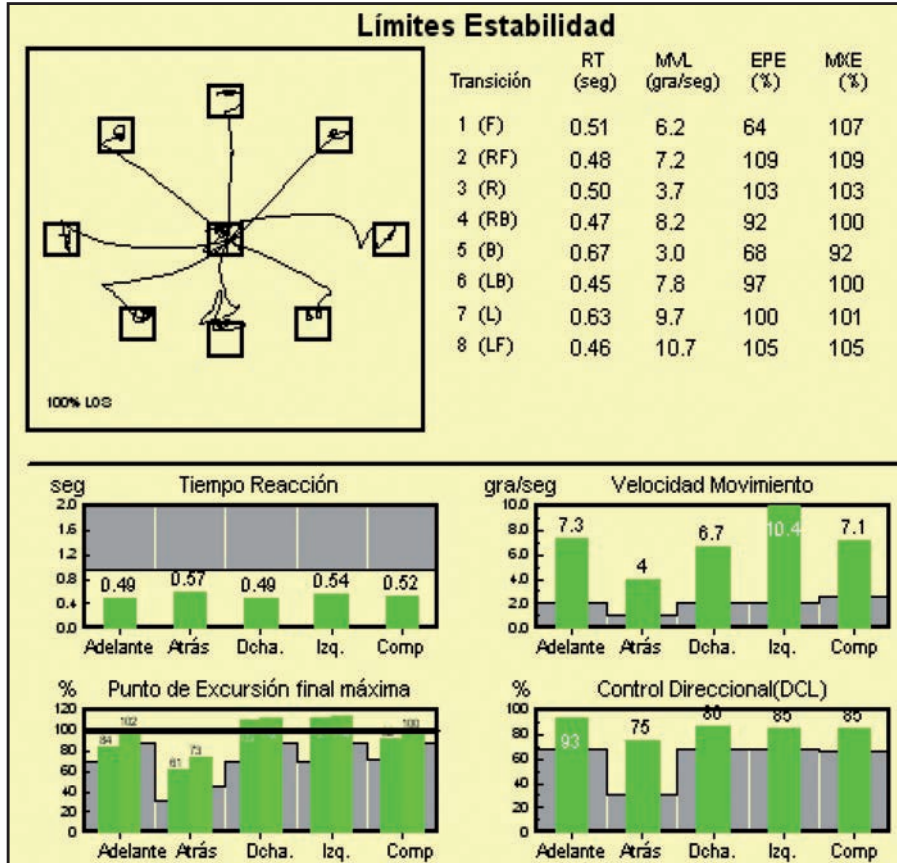
se, sin perder el equilibrio, tiene forma de elipse de $12,5^\circ$ en su dimensión anteroposterior como ya se dijo previamente y de 16° en su dimensión lateral.

En este ejercicio, el centro de gravedad del sujeto se encuentra representado por una figura en la pantalla, que se encuentra frente a él. Esto es muy útil ya que el paciente ve retroalimentada la situación real de su centro de gravedad en todo momento. Alrededor de éste aparecen cuadrados, que representan los objetivos que el paciente ha de alcanzar desplazando su centro de gravedad.

Cuando uno de los objetivos es alcanzado, automáticamente se ilumina el siguiente y el paciente debe (nuevamente partiendo del punto inicial) de desplazar el centro de gravedad hacia ese nuevo objetivo.

Los resultados obtenidos para los lími-

Figura 5. Límites de Estabilidad.



tes de estabilidad también se encuentran normalizados para la altura y peso del sujeto que la realiza (Fig. 5). Nos permiten analizar como principales variables el tiempo de reacción, la velocidad de desplazamiento, el punto final y máximo de llegada y el control direccional.

- El tiempo de reacción (reaction time) se mide en segundos y es el tiempo que transcurre desde que se ilumina el objetivo hasta que comienza el desplazamiento del paciente hacia el mismo.
- La velocidad de desplazamiento (movement velocity) se mide en %/seg y representa la velocidad de movi-

miento desde el inicio en el centro de gravedad hasta el objetivo.

- El punto final (endpoint excursión) mide la distancia recorrida en un primer intento de llegar objetivo. El punto máximo de llegada (máximum excursión) representa la mayor distancia recorrida por el centro de presiones. Ambas se miden en %.
- El control direccional (directional control) es la división entre la cantidad de movimiento hacia el objetivo y el movimiento realizado en dirección contraria. También se representa como un %.

Interpretación de Resultados

En este capítulo analizaremos en primer lugar, los resultados posibles que podemos obtener en el Test de Organización Sensorial, en base a un porcentaje de éxito calculado y normalizado para su edad, talla y sexo como antes hemos comentado en cada una de las condiciones realizadas y podremos analizar la contribución relativa de cada uno de los receptores somatosensoriales, visuales y vestibulares en el equilibrio del paciente.

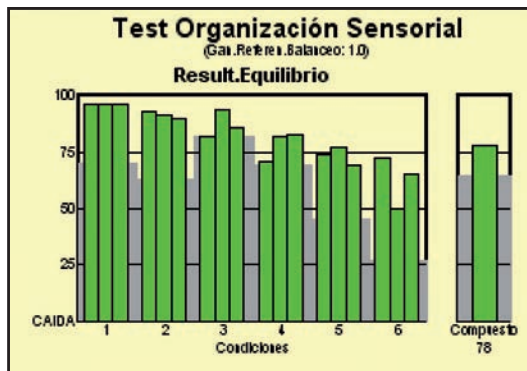
- **Porcentaje de equilibrio:** Dentro del test de organización sensorial se representa por un diagrama de barras (3 de cada condición), una por cada uno de los intentos realizados y la media compuesta "composite" de todas ellas. Como hemos explicado ya, un valor cercano a 100 es un buen equilibrio y el 0 representa la caída. Al compararlo con la normalidad ajustada representaremos en verde los valores normales y en rojo cuando sean deficientes. (Fig. 6).
- **Análisis sensorial:** El software realiza una serie de comparaciones para determinar el patrón sensorial responsable de la posible falta de equi-

brio. Es por tanto una representación de la capacidad de un paciente de utilizar la información visual, vestibular y propioceptiva para alcanzar el equilibrio.

Los distintos patrones del test de organización sensorial son:

- Patrón de Normalidad: Cuando todas las condiciones cumplen los límites establecidos como normales para el paciente a estudio (Fig. 7.1)
- Somatosensorial (SOM): Es el cociente entre las condiciones 2 y 1. Representa la capacidad del paciente para mantenerse en equilibrio una vez eliminamos la información visual. Básicamente se trata de la prueba de Romberg, que rutinariamente realizamos en la consulta. Cuando es patológico indica que nos encontramos ante un patrón de déficit somatosensorial (Fig. 7.2).
- Visual (VIS): Es el cociente entre las condiciones 4 y 1. Analizamos por tanto el equilibrio del paciente cuando inhibimos o generamos conflicto con la información visual. Cuando es patológico se trata de un patrón de déficit visual (Fig. 7.3).
- Vestibular (VEST): Es patológica cuando las condiciones 1 a 4 son normales y en cambio son muy deficientes o incluso sufren caída en las condiciones 5 y 6. Es decir cuando generamos conflicto somatosensorial y visual dejando únicamente como referencia sensorial la vestibular. Si las condiciones 5 y 6 son patológicas hablamos de "patrón de déficit vestibular" (Fig. 7.4). Es muy frecuente en pacientes que tienen un déficit de la función (hiporreflexia o arreflexia) o bien una compensación incompleta de la misma. Depende de tener un entorno y una plataforma estables para mantener el equilibrio. Si existe un patrón vestibular con caídas en las

Figura 6. Test de Organización Sensorial.



condiciones 5 y 6 es muy importante analizar el recorrido del paciente ya que, si vemos que existe cierto balanceo antes de la caída, es sinónimo de que el paciente utiliza la información vestibular aunque ésta sea insuficiente. En estos casos, una rehabilitación vestibular será mucho más efectiva con mejores resultados en el equilibrio del paciente. En cambio, si al iniciar todos los intentos sufre caída inmediata es una señal de que el paciente no está utilizando esta información para mantener su equilibrio. Aquí la rehabilitación vestibular será menos eficaz.

- Preferencia visual (PREF): Se basa en los resultados obtenidos en las condiciones 3 y 6 comparándolos con sus equivalentes de ojos abiertos (condiciones 2 y 5) o lo que es lo mismo, la diferencia entre inhibir la referencia visual o aportar una información errónea visual. Es patológica y hablamos de un “patrón de preferencia visual” (Fig. 7.5) en aquellos pacientes que tienen una dependencia exagerada de las referencias visuales de tal forma, que el paciente utiliza la información que le llega, aunque ésta sea errónea.

Figura 7.1. Patrón de normalidad.

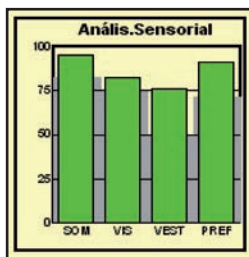


Figura 7.2. Patrón somatosensorial.

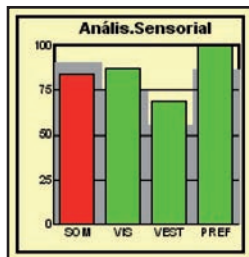


Figura 7.3. Patrón visual.

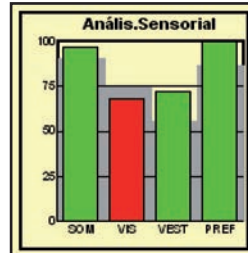


Figura 7.4. Patrón somatosensorial.

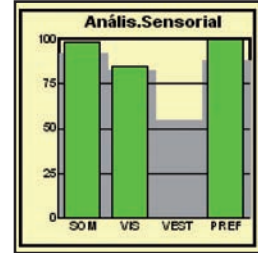
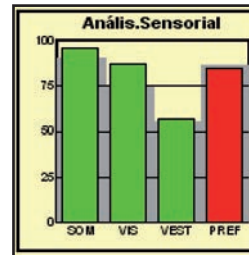


Figura 7.5. Patrón de preferencia visual.



Además de los patrones patológicos descritos puede existir combinación de ellos generando los patrones de:

- Déficit vestibular y somatosensorial: Cuando no son normales las condiciones 2, 3, 5 y 6. Indica la dificultad para usar la información somatosensorial y vestibular para mantener el equilibrio (Fig. 8.1).
- Déficit Vestibular y visual: Cuando las condiciones 4, 5 y 6 son anormales. Son aquellos pacientes que dependen mucho de la superficie de contacto para mantener el equilibrio. Es típico al igual que el patrón vestibular puro de aquellos pacientes con hiporreflexia o arreflexia vestibular, compensación vestibular incompleta y también si existe un déficit de integración a nivel del SNC, ya que éste es el encargado de eliminar la información errónea que genera desequilibrio (Fig. 8.2).

- Superficie dependiente: Este patrón es muy típico de pacientes que presentan una gran inestabilidad en aquellas situaciones en las que el medio de soporte es inestable. Observaremos valores normales en las condiciones con plataforma fija (1-3) y en cambio deficitarios en aquellas con plataforma móvil (4-6).
- Déficit vestibular y de preferencia visual: Cuando las condiciones 3, 5 y 6 son patológicas. Este trastorno es muy típico de aquellos pacientes que presentan gran inestabilidad y mareo al ir de compras a centros comerciales o al pasear por calles muy concurridas, es decir en aquellos pacientes que presentan un déficit vestibular pero que además el entorno le aporta un conflicto visual (Fig. 8.3).
- Patrón de severidad: Cuando existe una falta de equilibrio importante. Tanto es así que existe alteración en el patrón vestibular, visual y somatosensorial (Fig. 8.4).
- Afisiológico: Es aquella situación que difícilmente se puede explicar desde el punto de vista meramente orgánico o fisiológico. Se trata de aquellas situaciones en las que el paciente exagera los síntomas, los simula o en los que el paciente aporta un condicionante ansioso-depresivo importante. Este patrón se analizará detalladamente más adelante.

Figura 8.3. Patrón vestibular y preferencia visual.

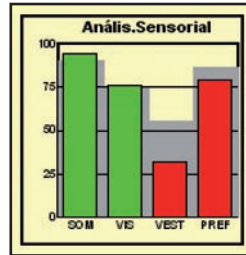
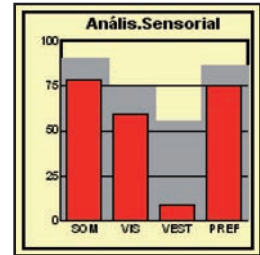


Figura 8.4. Patrón de severidad.



Centro de gravedad

Se trata de un gráfico, que representa la posición relativa del centro de gravedad del paciente sobre la plataforma de soporte al inicio de cada intento de cada condición. Con esta herramienta podemos analizar la tendencia a caerse del paciente en bipedestación comprobando si existe un desplazamiento en el plano anteroposterior y/o lateral de la colección de puntos que representan el centro de gravedad (Fig. 9).

Figura 9. Centro de gravedad.

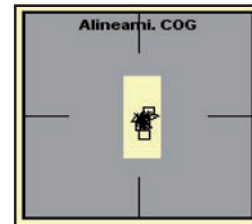


Figura 8.1. Patrón vestibular y somatosensorial.

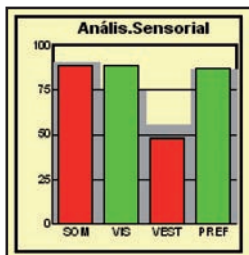
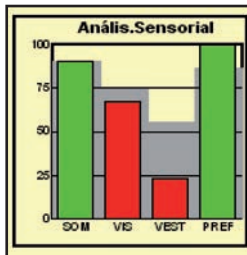


Figura 8.2. Patrón vestibular y visual.



Análisis de estrategia

Esta prueba nos ayuda a conocer la cantidad de movimientos de tobillo y de cadera, que realiza el paciente al realizar cada una de las condiciones del test de organización sensorial. Éstas están representadas mediante un símbolo que se sitúa en un gráfico en el que en el eje

de ordenadas está el porcentaje de equilibrio (nuevamente el 100 representa el equilibrio perfecto y 0 la caída) y en las abscisas la estrategia que va de cadera (izquierda) a tobillo (derecha) (Fig. 10.1).

- Estrategia de tobillo: Los pacientes en condiciones normales van a emplear una estrategia de tobillo, cuando exista un movimiento lento y dentro de los límites de estabilidad y si este movimiento se acerca a los límites, es necesario utilizar la estrategia de cadera. Cuando hablamos de un paciente con estrategia de tobillo dominante, nos referimos a aquéllos que presentan una dificultad para pasar de movimientos de tobillo a cadera, cuando el desplazamiento del centro de gravedad se acerca a los límites de estabilidad. Las condiciones se encuentran en dificultad creciente por lo que es de esperar que un paciente con inestabilidad vaya a utilizar la “estrategia de cadera” con mayor probabilidad en las condiciones 5 y 6 mientras que, para las de menor dificultad será necesaria una “estrategia de tobillo”. Si el paciente solamente ha utilizado estrategia de tobillo y esta no es efectiva (sufre caída) en el gráfico resultante aparece representado en el cuadrante derecho e inferior (Fig. 10.2). Es típico de aquellos pacientes con una arreflexia bilateral o con un daño vestibular importante.

- Estrategia de cadera: Ocurre cuando el paciente comienza con movimientos de cadera en condiciones tempranas o lo que es lo mismo, cuando debería realizar estrategia de tobillo. Es más típico de pacientes con alteraciones musculares y articulares periféricas y en aquellos cuyas aferencias sensoriales son insuficientes para mantener el equilibrio. También podemos encontrarlo en pacientes

con menor capacidad de adaptación a nivel del SNC. En caso de que utilice la estrategia de cadera y ésta sea eficaz para mantener el equilibrio el gráfico los situará en el cuadrante superior izquierdo.

Ante un paciente con una buena estrategia y con alto coeficiente de estabilidad (cercano al 100%) situará todas las condiciones dentro del cuadrante superior-derecho.

Figura 10.1. Análisis de estrategia. Patrón de normalidad.

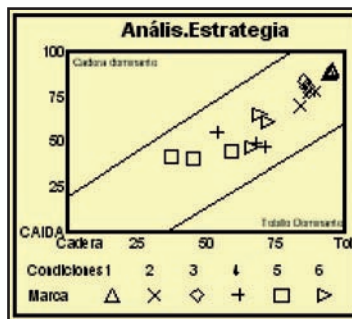


Figura 10.2. Estrategia de tobillo.

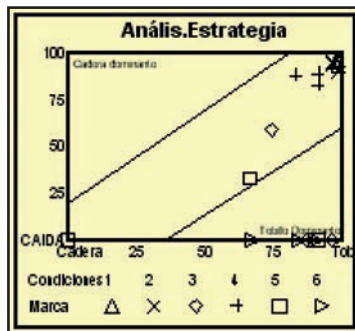
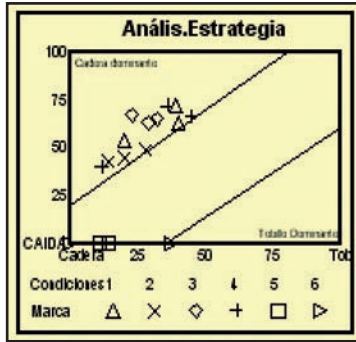


Figura 10.3. Estrategia de cadera.



Otros aspectos generales del Test de Organización Sensorial a tener en cuenta a la hora de analizar los resultados son:

- La capacidad que tiene el paciente para mejorar su respuesta ante la repetición del test que estamos realizando. En condiciones normales un paciente es capaz de mejorar la respuesta en cada una de las tres repeticiones ya que existe un "aprendizaje" del ejercicio que estamos realizando.
- Los test van incrementando en dificultad. No es normal encontrar un paciente que en las condiciones 1 y 2 existe caída pero es capaz de realizar las condiciones 5 y 6 normalmente. Esto es un criterio de patrón fisiológico como veremos más adelante.
- Ha de analizarse las condiciones físicas que presenta el paciente así como su nivel intelectual.
- Es muy importante la colaboración e interés que muestra el paciente necesitando en algunos casos una motivación extra por parte del personal que realiza la prueba.

En estos casos puede ser de utilidad repetir alguno de los ejercicios cuando se encuentren resultados contradictorios o de dudosa explicación así como concien-

ciar al paciente de la importancia de la correcta realización del ejercicio.

Test de Adaptación

Como hemos comentado previamente se trata de la capacidad del paciente para adaptarse a un cambio brusco en la superficie de sostén. El posturografo hace un registro de la cantidad de movimiento realizado tras la inclinación brusca de la plataforma.

El gráfico obtenido es representado como un cuadrado para cada uno de los cinco intentos.

También se mostrará un valor de referencia que consideraremos como el límite de la normalidad representado por un sombreado. Éste al igual que anteriormente representa el valor mínimo esperable para una persona sana de su misma edad, sexo y altura.

Cada una de las repeticiones tiene un valor de normalidad más estricto que el anterior. Esto es debido a que el paciente en condiciones normales aprenderá y podrá anticiparse a la modificación de la superficie de apoyo que generamos y por tanto necesitará de un menor balanceo para conseguir evitar la caída (Fig. 11.1).

Si obtenemos un registro en el que el paciente el primer intento lo realiza dentro de la normalidad y posteriormente lo hace cada vez peor tendremos un test de adaptación sugestivo de patrón fisiológico (Fig. 11.2).

Límites de estabilidad

En los límites de estabilidad la gráfica obtenida nos da una idea general de los movimientos realizados por el paciente. Podemos de un solo vistazo conocer si el paciente ha sido capaz de alcanzar los objetivos marcados y la trayectoria que ha utilizado para ello.

Lógicamente consideraremos como

Figura 11.1. Test de adaptación normal.

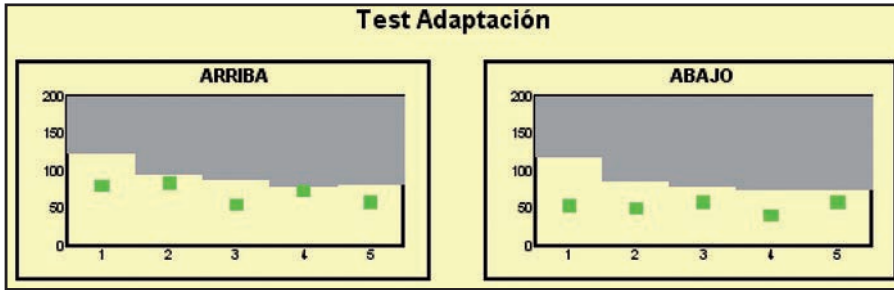
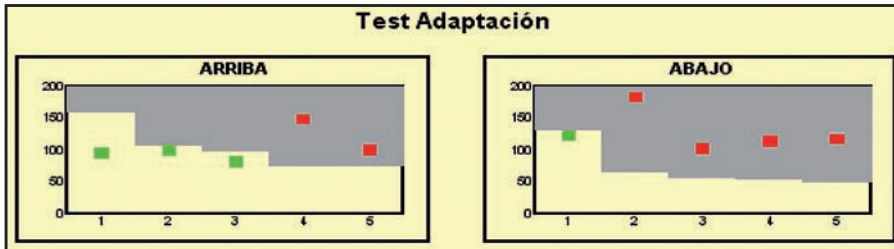


Figura 11.2. Test de adaptación patológico.



normal aquellos registros en los que el objetivo ha sido alcanzado y que además la trayectoria ha sido lineal y homogénea (Fig. 12.1).

Pero también podemos analizar como comentamos variables como el tiempo de reacción, la velocidad de desplazamiento, el punto final y máximo de llegada y el control direccional. Éstos se encuentran representados gráficamente para los objetivos anteriores, posteriores, izquierdos, derechos y una media (composite) de todos ellos (Fig. 12.2).

Los resultados de normalidad ajustados aparecen como un sombreado y al igual que en ocasiones anteriores los resultados normales aparecen en verde y los patológicos en rojo.

Estas variables son especialmente útiles por ejemplo a la hora de plantear una rehabilitación vestibular con posturografía dinámica ya que si por ejemplo existen unos límites insuficientes hacia

la derecha, serán éstos los que debemos potenciar especialmente.

Detección de Artefactos

Para la detección y prevención de la mayoría de artefactos, que nos podemos encontrar es especialmente importante la colaboración con el personal de enfermería que realiza el estudio. Gracias a su ayuda podremos conocer la fidelidad del estudio y por tanto la validez de los resultados que vayamos a analizar posteriormente.

Los principales artefactos que podemos encontrar son los siguientes.

- Mala colocación de los pies del paciente o un desplazamiento durante las condiciones de los mismos: Si un paciente desde el inicio es colocado mal los resultados se verán artefactados. Debemos pensar en esta posibilidad en caso de un paciente con un test de organización sensorial nor-

Figura 12.1. Representación gráfica de los límites de estabilidad.

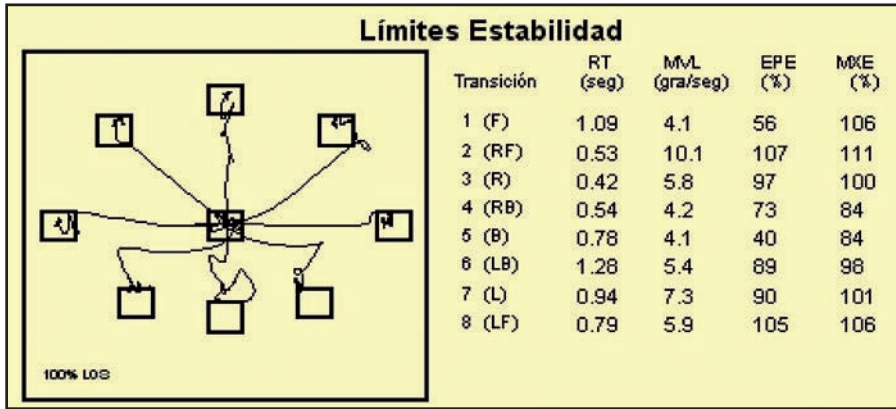
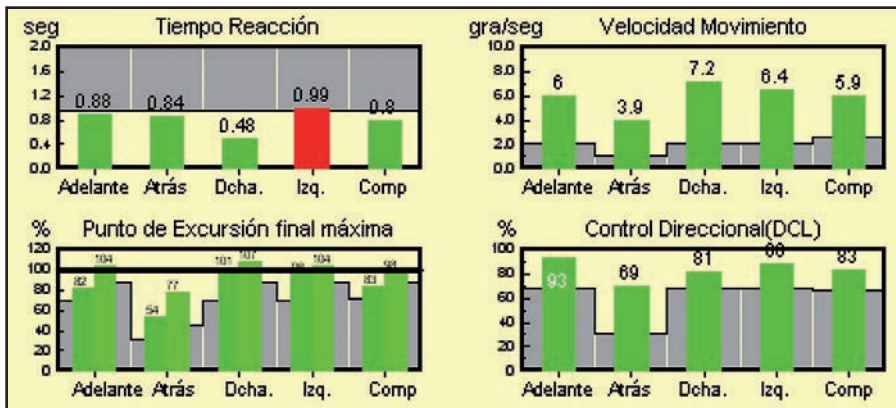


Figura 12.2. Estudio de variables de los límites de estabilidad.



mal pero con un desplazamiento del centro de gravedad o con un déficit de los límites de estabilidad incongruente con la clínica del paciente y el resto de la exploración.

- Paciente rígido: Aquellos pacientes, sobre todo ancianos, o con trastornos extrapiramidales incipientes y que presentan una especial rigidez de las extremidades, al realizar el estudio verán enmascarados los resultados llegando a obtener una estabilidad incluso mayor a la esperada. Estos pacientes sufrirán caídas con mayor frecuencia en el test de adaptación y

los límites serán muy difícilmente alcanzables.

- Pacientes medicados con sedantes/ ansiolíticos: Serán aquellos pacientes que presentan un equilibrio peor del esperado para su condición física y su motivo de consulta. Debido a una supresión de la capacidad de atención y de reacción verán alterado su registro posturográfico.
- Paciente con bajo coeficiente intelectual: Ha de analizarse para todos los pacientes a los que indicamos una CDP. Es muy importante saber si el paciente es capaz de entender

el objetivo de la prueba que estamos realizando y en qué consiste al igual que la colaboración a la hora de obtener un resultado representativo de la realidad.

– Patrón afisiológico: Existen varios datos que sugieren o apoyan que el registro que estamos analizando no es fisiológico. Es típico de pacientes simuladores o que exageran los síntomas en la mayoría de los casos para obtener algún beneficio económico o laboral. Pero no sólo hemos de pensar en esta posibilidad, ya que si un paciente se encuentra en un estado emocional inestable o añade un alto grado de estrés emocional al realizar la posturografía, los resultados igualmente pueden ser afisiológicos. Los datos que deben hacernos sospechar un patrón afisiológico son principalmente:

- Aquellos pacientes que presentan una disociación clínico-exploratoria. Por ejemplo si un paciente acude a la consulta caminando o con tacones, pero al colocarse en la plataforma es incapaz de realizar las condiciones 1 y 2.
- Aquellos pacientes que realizan mal las condiciones más sencillas (1 y 2) pero que posteriormente las más exigentes (5 y 6) son normales (Fig. 13.1).
- Si en un primer intento de la condición, que estemos estudiando obtenemos un buen resultado, pero progresivamente en lugar de mejorar (o aprender) empeora de forma acusada (Fig. 13.2).
- Pacientes que presentan un test de adaptación patológico (Fig. 13.3).
- Si obtenemos un registro de balanceo en varias de las condiciones e incluso balanceo excesivo previo a la caída (Fig. 13.4).
- Movimiento circular al realizar el

test de organización sensorial incluso previo a la caída (Fig. 13.5).

- Si repetimos la CDP alterando el orden de las condiciones y no son reproducibles.
- Ante un paciente con un patrón afisiológico debemos insistir en la necesidad de realizar los test lo mejor posible, para poder obtener un resultado óptimo y plantear un tratamiento dirigido adecuado.

Indicación de la Prueba

Lo primero es aclarar que la posturografía dinámica no es un prueba diagnóstica y no puede ser utilizada como tal. Tan solo nos va a proveer de una información del estado funcional y objetivar de una manera sencilla el equilibrio del paciente.

Se trata de una prueba cuyas indicaciones son aquellos pacientes cuyo principal síntoma es el desequilibrio. Con la CDP podemos obtener unos valores objetivos que nos indican el grado de éste y qué sistemas sensoriales aferentes son los responsables del mismo.

Igualmente es importante a la hora de plantearnos el realizar una rehabilitación instrumental ya que de esta forma conoceremos el estado inicial del paciente y cuáles son las condiciones deficitarias y por tanto sobre las que debemos hacer un mayor hincapié.

En nuestro protocolo de actuación se realizará una posturografía antes de plantear cualquier tipo de rehabilitación instrumental y una vez concluida para poder realizar una comparación y obtener unos resultados objetivos de la posible mejoría clínica del paciente.

En resumen, en nuestra práctica clínica habitual indicamos estudio con posturografía dinámica computerizada en aquellos casos de:

- Pacientes con inestabilidad residual

Figura 13.1. Ejemplo de test de organización sensorial afisiológico.

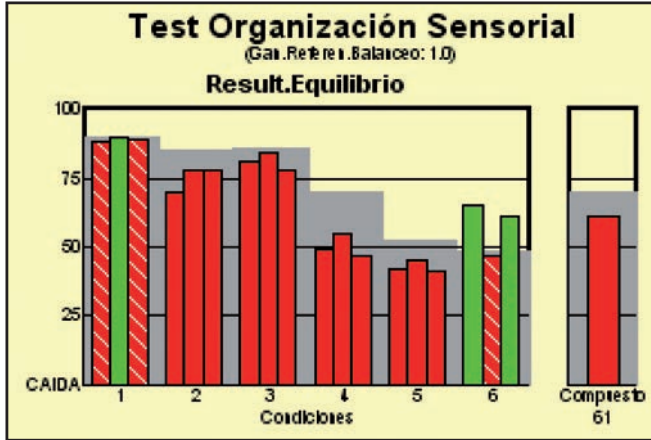


Figura 13.2. Condición afisiológica.

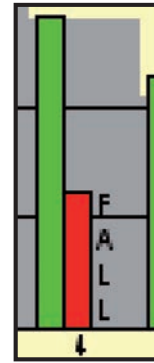


Figura 13.3. Test de adaptación patológico.

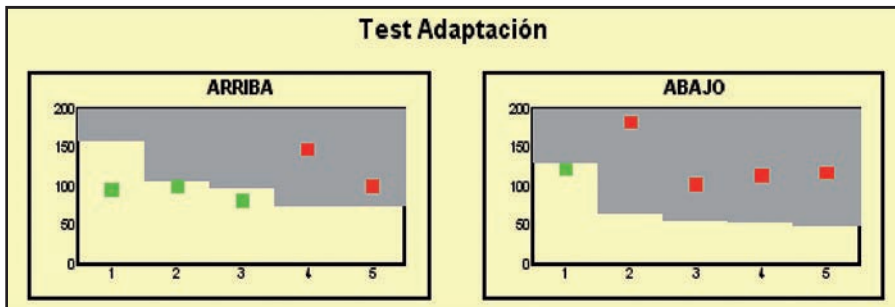
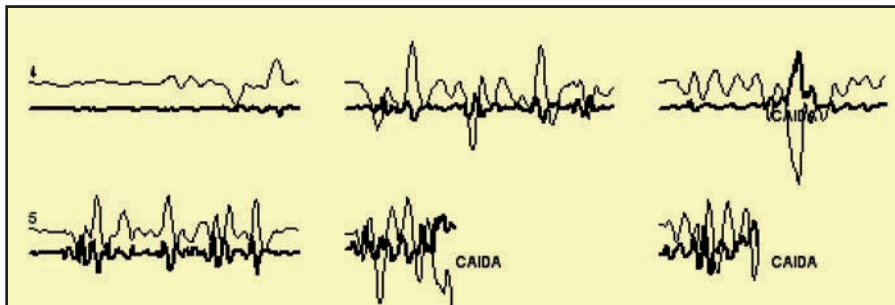


Figura 13.4. Balanceo antes de caída.



tras una patología vestibular periférica.
- Pacientes cuyo origen de inestabilidad es multifactorial o de origen

central sobre todo en pacientes ancianos.
- Aquellos pacientes que van a ser sometidos a un plan de rehabilitación

Figura 13.5. Movimiento circular del centro de gravedad.

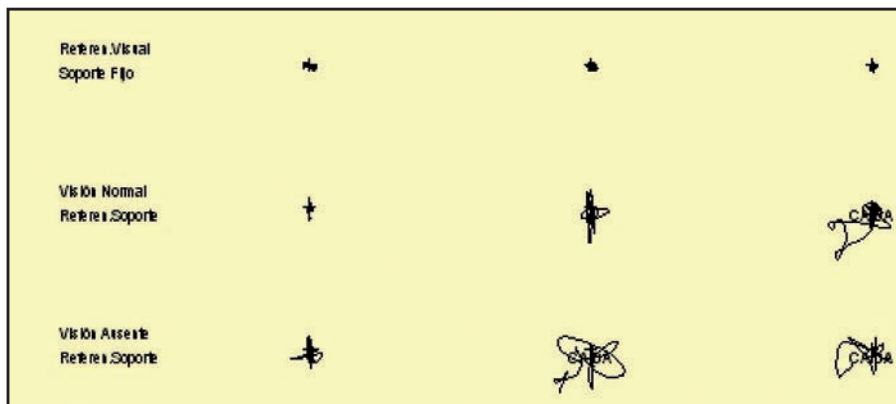
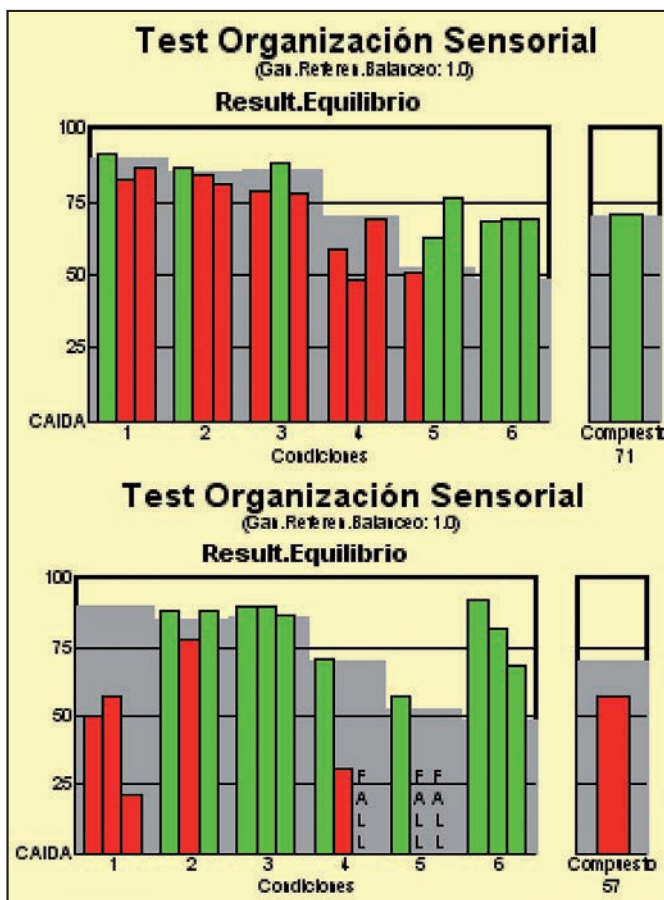


Figura 13.6. Tras insistir al paciente en la necesidad de realizar el test de forma correcta, éste es irreproducible. Ejemplo de CDP en el mismo paciente con 7 días de diferencia entre ambos estudios.



como prueba de monitorización de los beneficios obtenidos.

- Como test objetivo de representación de la inestabilidad de los pacientes que solicitan una incapacidad física o cualquier otro beneficio laboral secundario a la misma.

Casos clínicos

Caso clínico nº 1

Resumen Historia Actual

Paciente mujer de 63 años de edad, que acude derivado del ORL de área por hipoacusia asimétrica de 3 meses de evolución. Actualmente presenta inestabilidad progresiva y leve sin clínica de vértigo rotatorio. Entre sus antecedentes personales presenta hipertensión arterial y dislipemia como únicos datos reseñables.

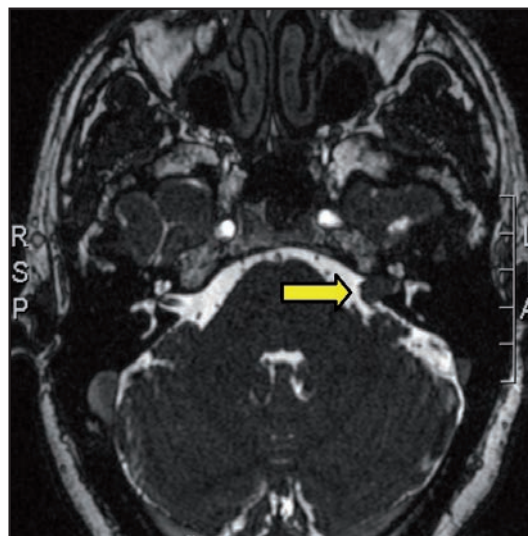
Se realiza una audiometría que muestra una hipoacusia neurosensorial bilateral y asimétrica manteniendo un umbral tonal medio de 85 dB en el oído izquierdo y de 45 dB en el oído derecho.

Tras realizarle una exploración física detallada que se encuentra dentro de la normalidad se decide solicitar un estudio de imagen mediante resonancia magnética.

La paciente acude a la consulta con los resultados de la misma objetivándose una tumoración de aproximadamente 1,5 cm en su diámetro máximo localizada en el conducto auditivo izquierdo, que prácticamente llega al fundus del mismo y que no llega a contactar con el tronco cerebral (Fig. 14).

Ante el diagnóstico de neurinoma del acústico izquierdo y apoyados por el nivel pobre de audición se decide tratamiento quirúrgico para exéresis del mismo realizando un abordaje translaberíntico.

Figura 14. Imagen de RMN (CISS 3D axial) mostrando neurinoma del CAI izquierdo.



Evolución

Durante su ingreso en el postoperatorio inmediato la paciente presentó una importante clínica de descompensación vestibular como consecuencia de la laberintectomía y neurectomías realizadas en el procedimiento quirúrgico.

La exploración que presentaba era de un intenso nistagmo grado III derecho con índices lateralizados hacia la izquierda y maniobra oculocefálica positiva hacia la izquierda congruentes con la cirugía realizada.

Tras cuatro días de tratamiento con sedantes vestibulares y corticoterapia la paciente presenta una mejoría significativa de su sintomatología vertiginosa, pero aún presentaba una importante inestabilidad al intentar la deambulación.

Se realizó posturografía dinámica computerizada para objetivar dicha inestabilidad postquirúrgica con los siguientes resultados:

- El test de Organización Sensorial muestra un déficit leve en las condiciones 3

Figura 15.1.

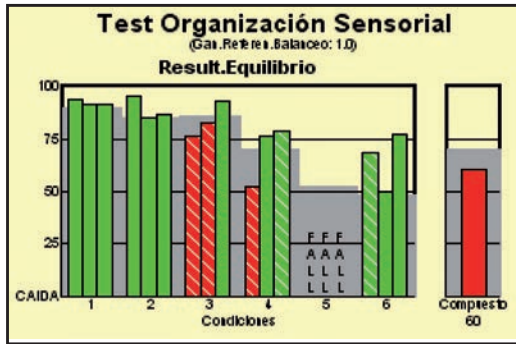


Figura 15.3.

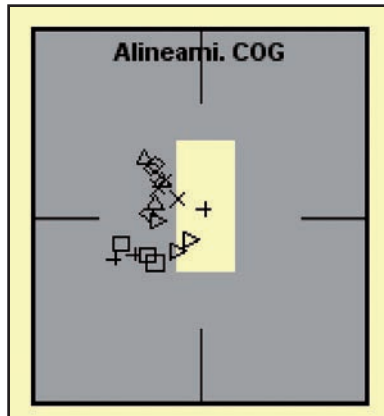


Figura 15.2.

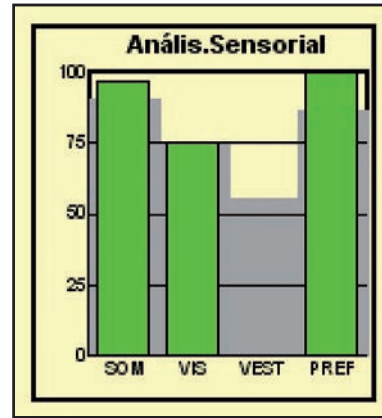
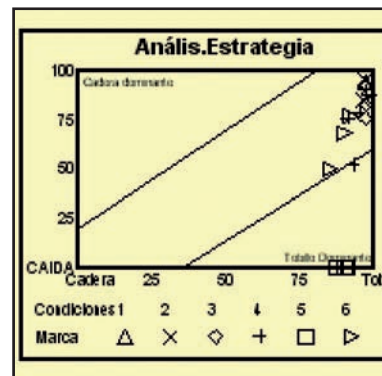


Figura 15.4.



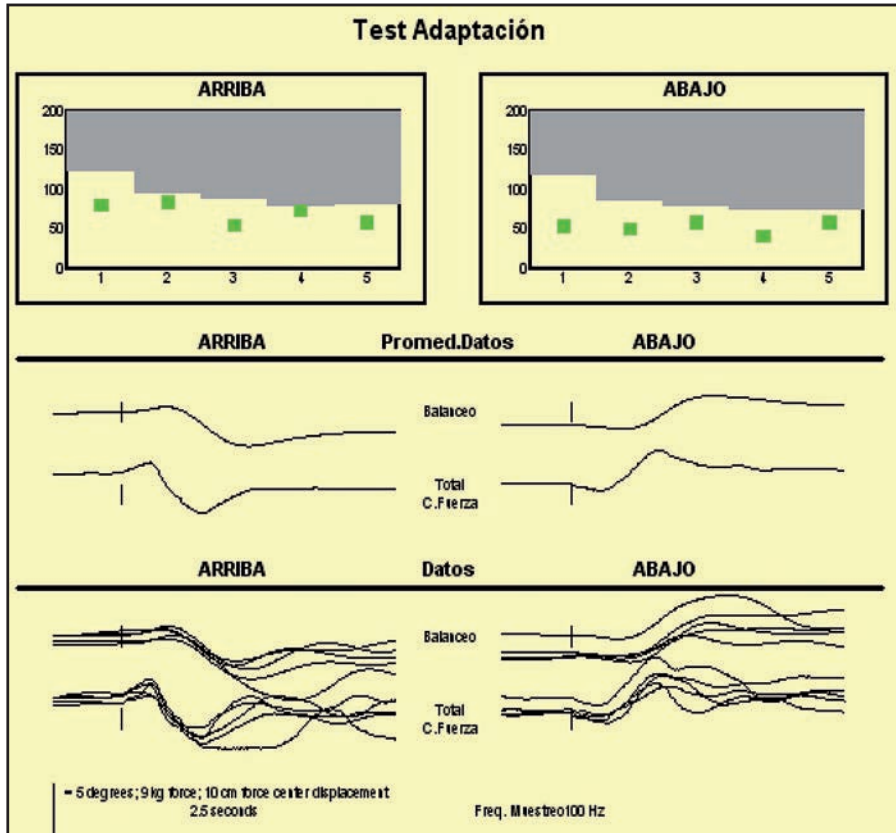
y 4 que mejora de forma progresiva al realizar los tres intentos de cada una. En cambio tiene una gran dificultad para la realización de cada uno de los intentos de la condición 5. En esta condición que recordemos consiste en ojos cerrados y plataforma referenciada sufre caída (Fig. 15.1).

- El valor compuesto o composite es patológico y, si hacemos un análisis sensorial, se comprueba que nos encontramos ante un patrón vestibular puro (Fig. 15.2).
- Si analizamos el centro de gravedad (COG) observamos que existe una importante dispersión de la representación de los distintos valores

de presión con tendencia hacia la izquierda, dato que se corresponde con el lado en el que se ha realizado la exéresis del neurinoma (Fig. 15.3).

- La estrategia utilizada es la correcta en todas las condiciones salvo en la 5 (con la que había sufrido caída) mostrando registros de estrategia de tobillo patológicos (Fig. 15.4).
- El test de adaptación se encuentra dentro de los límites de la normalidad (Fig. 15.5).
- Al realizar el test de balanceo se comprueba una normalidad al realizarlo en el eje anteroposterior y una mayor dificultad al realizar maniobras laterales (Fig. 15.6).

Figura 15.5.



- Los límites de estabilidad son insuficientes ya que la paciente presenta una dificultad para alcanzar los objetivos y la trayectoria que sigue es errática y a una menor velocidad de la esperable, para un sujeto de sus mismas características etarias (Fig. 15.7).
- Con el diagnóstico de patrón vestibular postquirúrgico se inicia tratamiento rehabilitador instrumental mediante 8 sesiones con posturografía dinámica.

Una vez concluidas dichas sesiones se repite el estudio comprobando una más que evidente mejoría tanto en el test de organización sensorial (Figura 15.8)

como en la adquisición de los límites de estabilidad (Fig. 15.9) si bien existen aún datos como el desplazamiento del centro de gravedad hacia el lado lesionado.

Caso clínico nº 2

Resumen Historia Actual

Se trata de una paciente mujer de 45 años de edad, que acude a consultas externas con inestabilidad de 3 años de evolución que progresivamente ha ido en aumento hasta que, desde hace 3 meses refiere que le dificulta realizar su vida cotidiana y ha tenido que pedir una baja laboral temporal.

Figura 15.6.

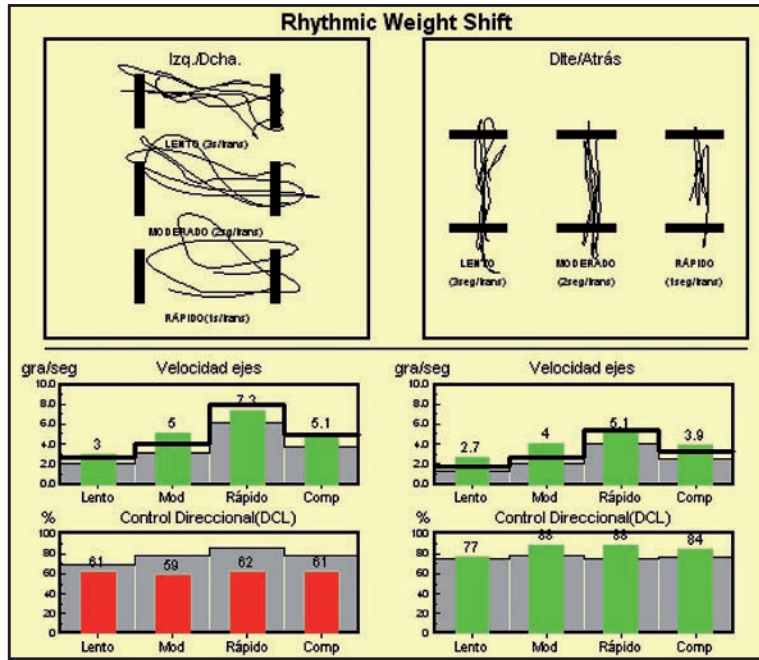


Figura 15.7.

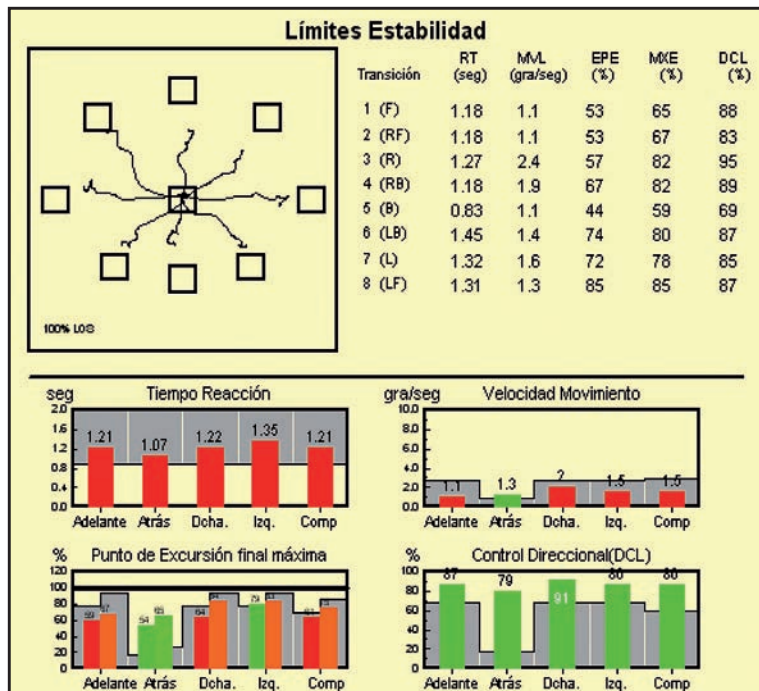


Figura 15.8.

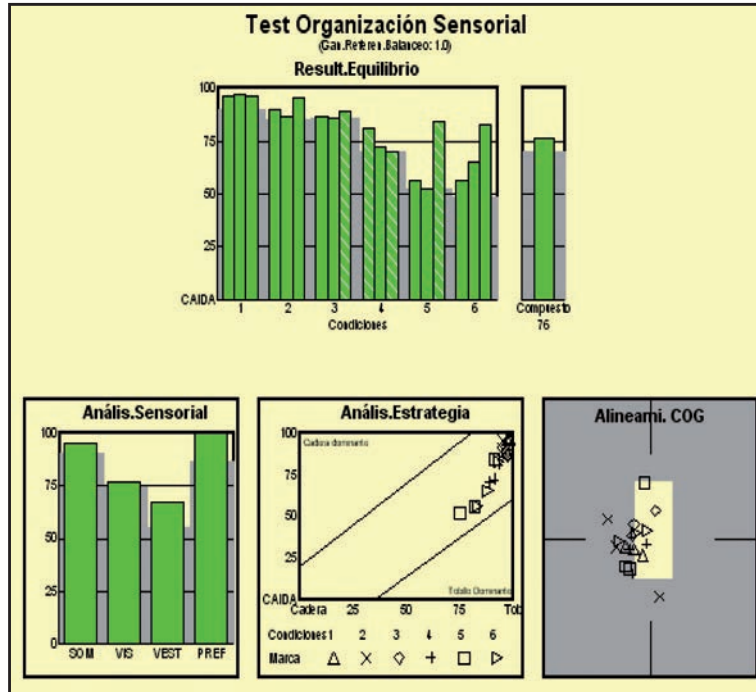
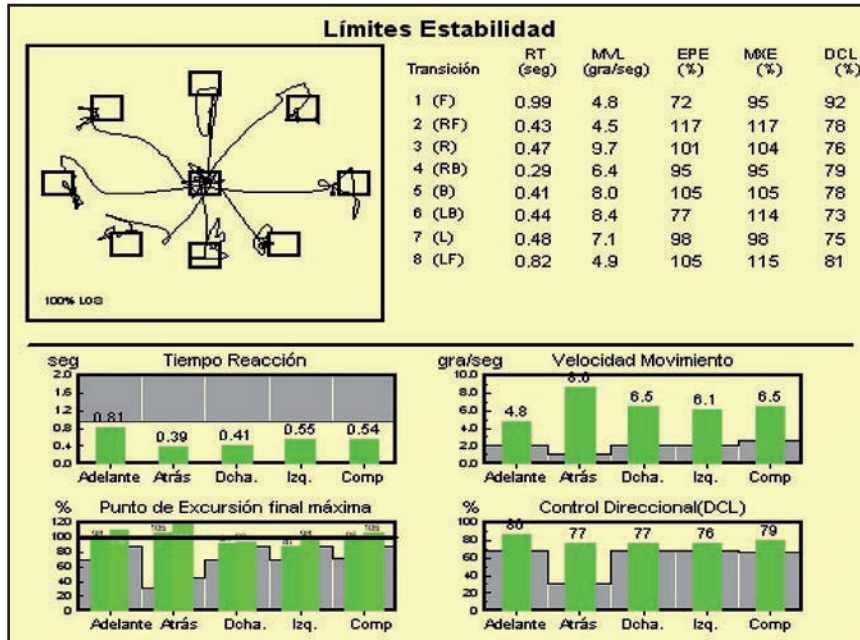


Figura 15.9.



Entre sus antecedentes personales destaca que se encuentra en tratamiento con antidepresivos y ansiolíticos desde hace 10 años además de analgésicos a demanda por fibromialgia.

Actualmente en seguimiento por parte de psiquiatría y reumatología.

La paciente niega clínica vertiginosa ni otológica asociada al cuadro por el que consulta.

Durante la entrevista, si bien la paciente ha acudido con zapatos de tacón, asegura constantemente que es incapaz de caminar de forma estable, llegando en ocasiones a tener que permanecer en casa.

Niega empeoramiento en situaciones de conflicto visual como centros comerciales aunque la paciente refiere que últimamente sale muy poco de su domicilio.

La paciente solicita un informe clínico detallado para intentar conseguir la incapacidad laboral permanente en un tribunal médico.

Se realiza una exploración física detallada que es rigurosamente normal.

Con el diagnóstico clínico de inestabilidad sin datos de focalidad vestibular periférica que lo justifique y con un importante componente ansioso-depresivo asociado se realiza posturografía dinámica computerizada con el objetivo de cuantificar el grado de inestabilidad de la paciente.

Los datos de la posturografía dinámica realizada son los siguientes:

- El test de Organización Sensorial muestra un patrón de características difícilmente explicables ya que existe una alteración en todas las condiciones (incluido la que tiene que permanecer con ojos abiertos y plataforma fija o lo que es lo mismo en bipedestación) salvo en la número 6 que es la de mayor dificultad (Figura 16.1).

- El centro de gravedad se encuentra bastante centrado, aunque con una discreta dispersión de las proyecciones.

- El análisis de estrategia es normal salvo en uno de los intentos de la condición 5 que hace estrategia de tobillo y sufre caída.

- Si analizamos el trazo representativo del movimiento de la paciente durante el test de organización sensorial vemos que existe cierto balanceo anteroposterior en todas las condiciones (Fig. 16.2 y 16.3).

- El test de adaptación es patológico ya que las primeras condiciones son normales y las últimas no lo son. Un paciente en condiciones normales debería realizar los primeros intentos peor que los últimos, ya que aprendería en qué consiste dicho ejercicio y podría anticiparse al mismo mejorando así su respuesta (Fig. 16.4).

- Al realizar el test de balanceo anteroposterior y lateral observamos, que si bien la velocidad que es capaz de adquirir y la distancia recorrida es más que suficiente, el trayecto que utiliza es normal en el desplazamiento anteroposterior y muy errático al desplazarse lateralmente (Fig. 16.5).

- Como último test tenemos los límites de estabilidad que si bien en el test de balanceo conseguía una velocidad y desplazamiento suficientes, en este caso los límites muestran un aumento del tiempo de reacción, una disminución de la velocidad de desplazamiento y unos objetivos insuficientes aunque conservan una trayectoria bastante lineal, cuando la paciente aunque tarde y lento realiza el desplazamiento de su centro de gravedad (Fig. 16.6).

Los datos que se obtienen son bastante típicos de un patrón afisiológico. Es importante la estrecha colaboración con el

Figura 16.1.

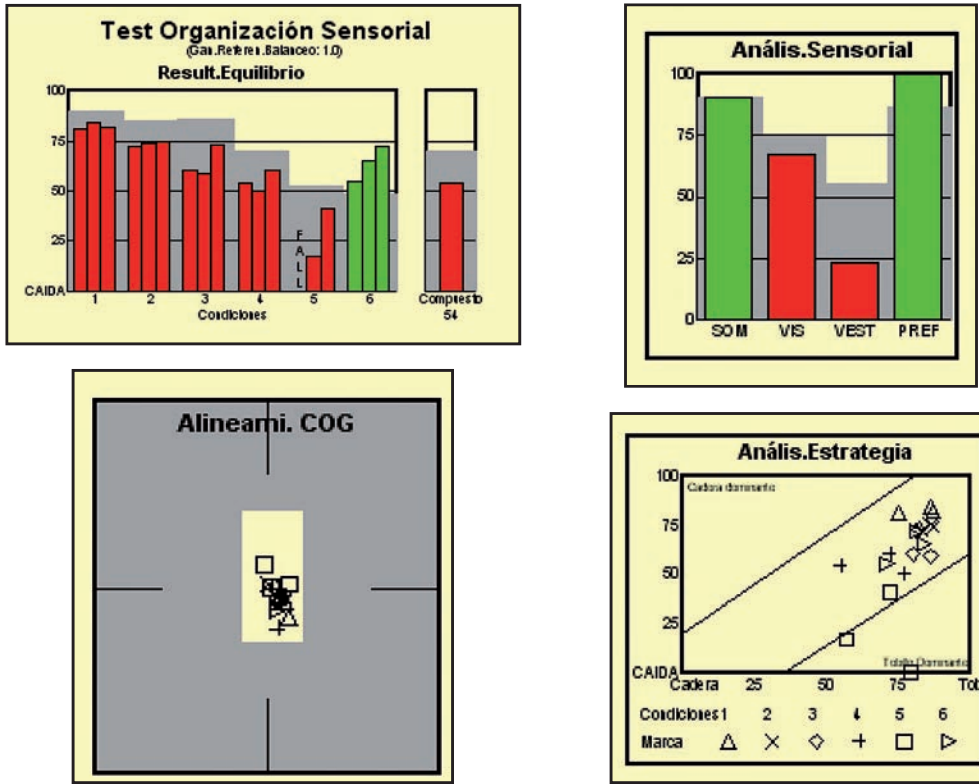


Figura 16.2.

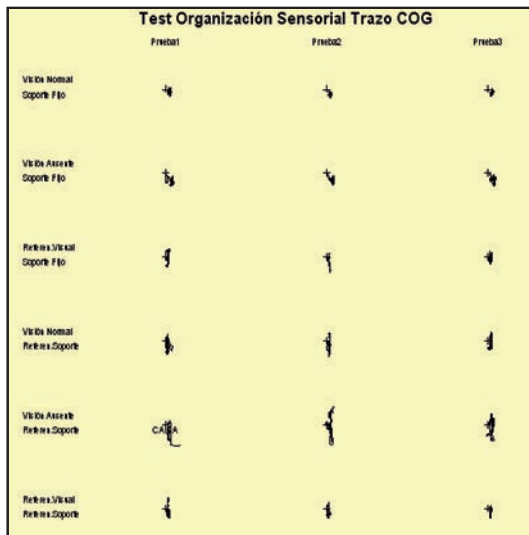


Figura 16.3.

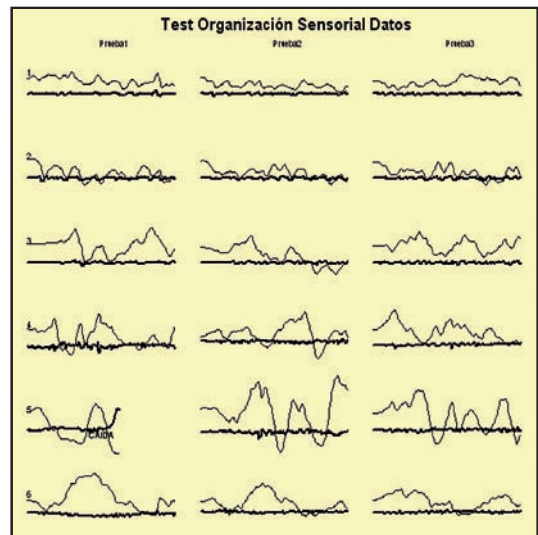


Figura 16.4.

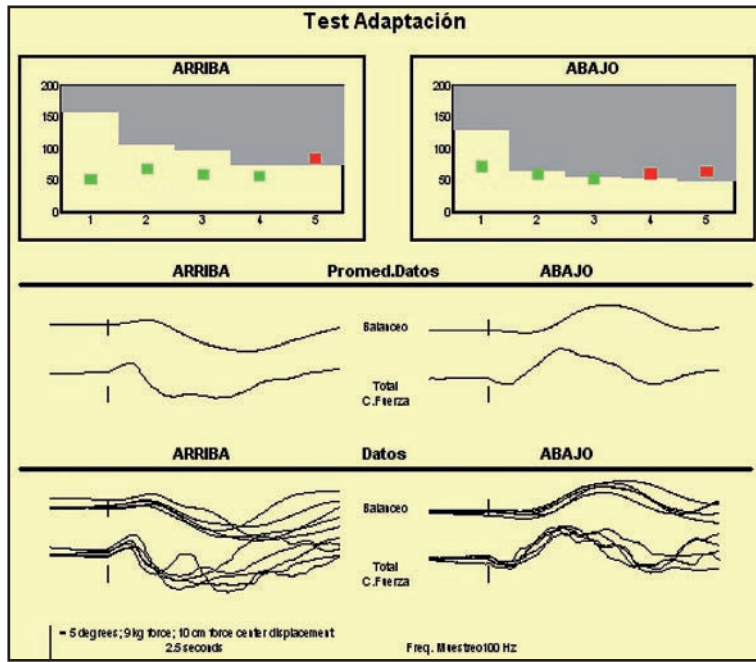


Figura 16.5.

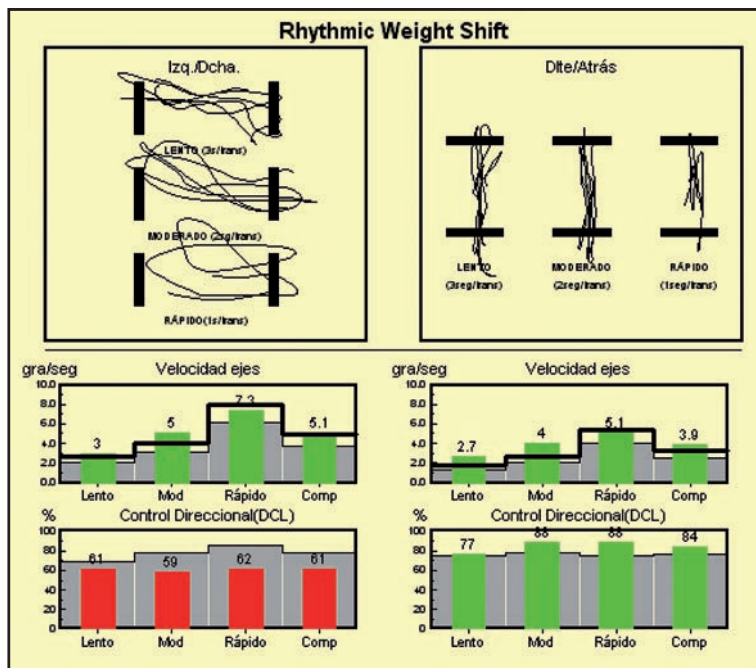


Figura 16.6.

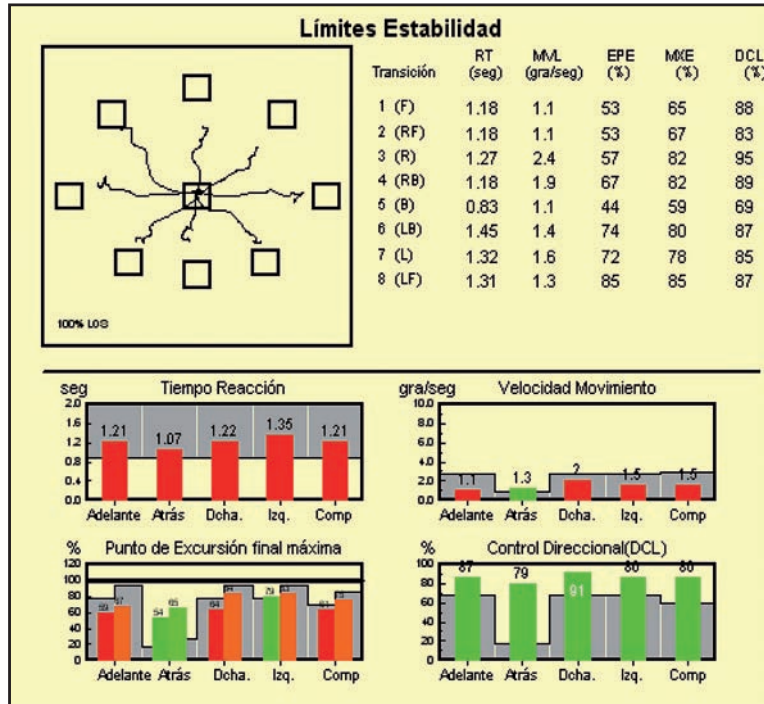


Figura 16.7.

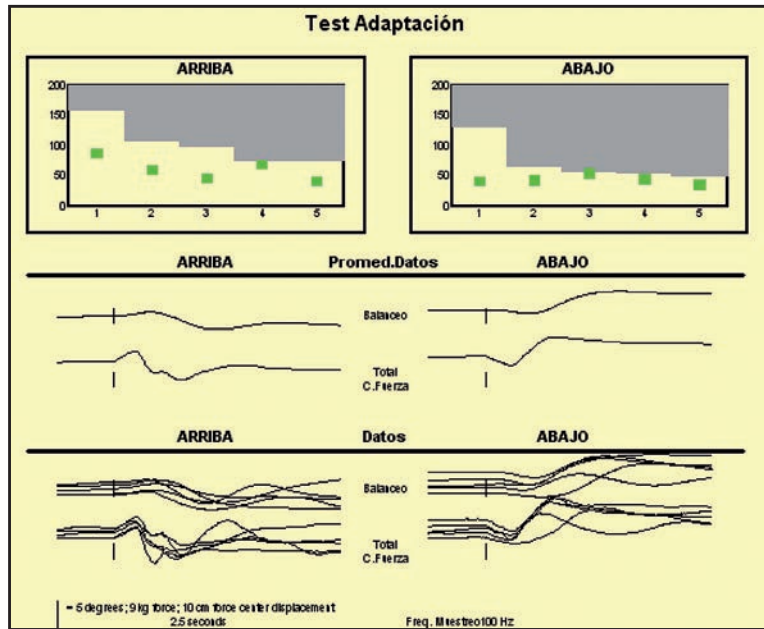


Figura 16.8.

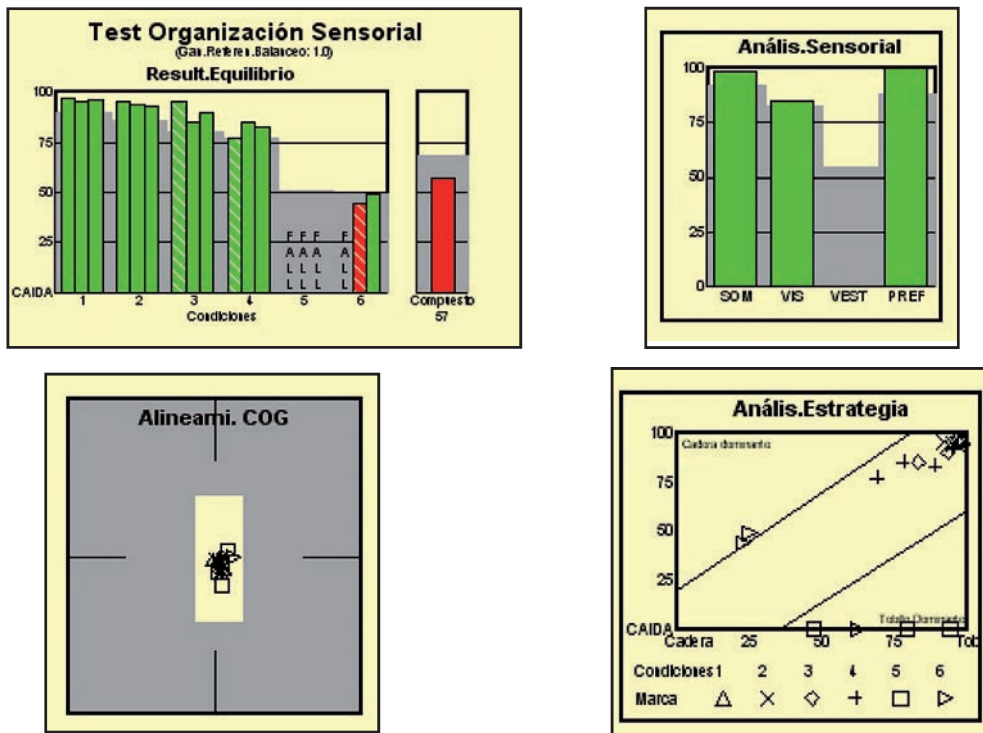
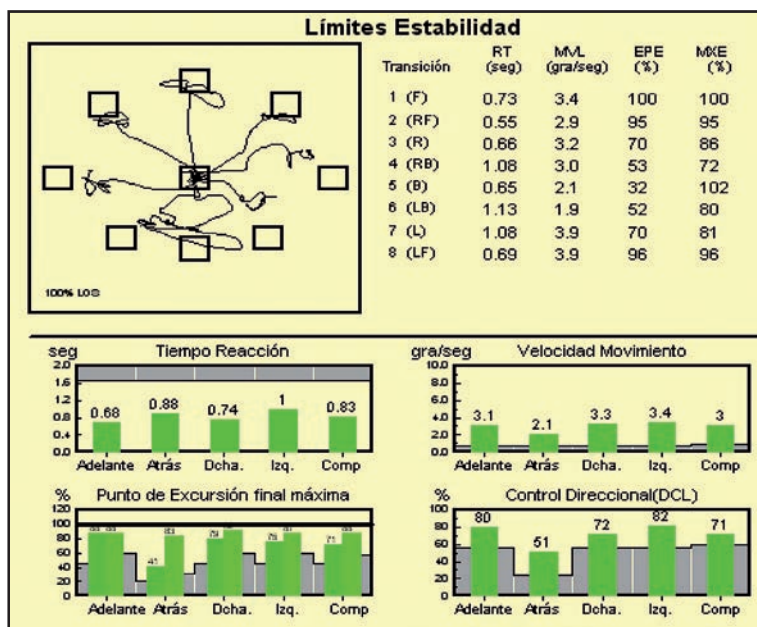


Figura 16.9.



personal sanitario de enfermería ya que, los datos como la actitud que presenta la paciente al realizar la prueba, así como su estado anímico y emocional son muy importantes en estos casos.

Ante esta situación y teniendo en cuenta que se trata de una paciente que pretende conseguir un beneficio laboral (incapacidad permanente) es especialmente importante transmitirle la necesidad de la buena realización de la CDP. Si bien es posible que se pretenda exagerar los síntomas para obtener la incapacidad laboral, puede que el patrón fisiológico haya sido magnificado por el componente psicógeno que presenta la paciente.

En la práctica clínica ante un paciente de estas características con una posturografía similar a la descrita se indica la repetición de la prueba insistiendo en la colaboración máxima de la paciente. Además se aconseja al personal de enfermería cambiar el orden de realización de los ejercicios para evitar el posible aprendizaje de los mismos.

Así se hizo pudiéndose observar una mejoría en la nueva CDP si bien ésta sigue mostrando alteraciones del equilibrio evidentes (Fig. 16.7, 16.8 y 16.9).

Puntos clave

- La posturografía dinámica computerizada es una prueba de gran utilidad para objetivar grado de desequilibrio, que presenta el paciente así como para la monitorización de su posible mejoría tras rehabilitación vestibular.
- Los test a realizar son:
 - Test de Organización Sensorial que consta de 6 condiciones en base a tener los ojos abiertos o cerrados, una plataforma fija o móvil y un entorno visual fijo o referenciado al movimiento del paciente.
 - Test de Balanceo o de movimiento voluntario tanto anteroposterior como lateral.
 - Test de Adaptación.
 - Estudio de los límites de estabilidad.
- Con esta prueba podemos además analizar la aportación de cada uno de los sistemas sensoriales aferentes al equilibrio del paciente así como la implicación de éstos en su inestabilidad.

Bibliografía recomendada

1. Danilov YP, Tyler ME, Skinner KL, Hogle RA, Bach-y-Rita P.J Vestibular Res 2007; 17: 119-30
2. Cevette MJ, Puerz B, Marioin MS, Wertz ML, Muentner MD. Otolaryngol Head Neck Surgery 1995; 112: 676-88
3. Goebel JA, Sataloff RT, Hanson JM et al. Otolaryngol Head Neck Surgery 1197; 117: 293-302
4. Perez-Fernandez N et al. Atlas de pruebas vestibulares para especialistas en Otorrinolaringología 2009
5. Baydal-Bertomeu, JM; Barberá i Guillem, R; Soler-Gracia, C; Peydro de Moya, MF; Prat, JM; Barona de Guzmán, R Determinación de los patrones de comportamiento postural en población sana española Acta Otorrinolaringol Esp. 2004;55:260-9
6. Larrosa, Francisco; Durà, María J.; Córdón, Astrid; Hernández, Anabella; García-Ibáñez, Luis Prevalence of Aphysiologic Performance on Dynamic Posturography in Work-related Patients Acta Otorrinolaringol Esp. 2012;63:187-93.
7. Rey-Martínez, Jorge; Rama-López, Julio; Pérez-Fernández, Nicolás Posturographic Examination of Malingering Patients Acta Otorrinolaringol Esp. 2007;58:202-7.
8. Faraldo-García, Ana; Santos-Pérez, Sofía; Labella-Caballero, Torcuato; Soto-Varela, Andrés Influence of Gender on the Sensory Organisation Test and the Limits of Stability in Healthy Subjects Acta Otorrinolaringol Esp. 2011;62:333-8.
9. Goebel Joel A, Practical Management of the Dizzy Patient 2008
10. Sanz Fernández, R. Posturografía dinámica. En: Ramirez Camacho, R, ed. Trastornos del equilibrio. Un abordaje multidisciplinario. Madrid: McGrawHill: 2003: 49-57

6

GUÍA PRÁCTICA PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS VESTIBULARES

Rosario Menal Rodríguez

Olalla Ramos González

Ángela Portero de la Plaza

- 6.1. Introducción
- 6.2. Videonistagmografía
- 6.3. Potenciales vestibulares evocados miogénicos
- 6.4. Electrococeleografía
- 6.5. Posturografía dinámica computarizada

INTRODUCCIÓN

La complejidad y variedad de pruebas vestibulares exige, que el técnico que realiza estas pruebas, tenga un conocimiento de los aspectos fundamentales necesarios para una correcta realización de las mismas.

Aunque existe una gran variedad de aparataje, los conceptos fundamentales en la realización de las distintas pruebas, no difieren y solamente exigirán pequeños conocimientos técnicos del equipo con el que estamos trabajando.

Describiremos las distintas pruebas y los pasos que el técnico tiene que seguir para una correcta realización, así como los aspectos que tiene que tener en cuenta para que los datos sean fiables a la hora su interpretación.

VIDEONISTAGMOGRAFÍA

La videonistagmografía (VNG) consiste en el registro y análisis de los movimientos oculares en respuesta a estímulos visuales y vestibulares.

Para su correcta realización seguiremos los siguientes pasos:

1) Información al paciente

- a) Explicación comprensible sobre las características de la exploración, que estará reflejada en la hoja de información al paciente y consentimiento informado, que este debe recibir antes de realizarse la prueba.
- b) Venir sin maquillaje ni recogidos en el pelo.
- c) Abstenerse de la toma de medicamentos con afectación del sistema nervioso central 72 horas antes.
- d) Venir acompañado.

2) Exploración previa a la prueba

- a) Comprobación de la correcta preparación del paciente, comunicando al Médico cualquier incidencia.
- b) Realización de otoscopia para descartar, tapón de cerumen, perforación timpánica y/o infección y una timpanometría que nos corroboraría la integridad de la membrana timpánica y patología del oído medio (ocupación) que pudiera interferir con la prueba. En caso de existir alguna alteración el técnico/a comunicará al especialista dicha alteración.

3) Apertura del programa e introducción de los datos del paciente

- a) Apertura del programa (Oto Access).
- b) Introducción de los datos de filiación del paciente: Archivo>Nuevo>Paciente. (Fig. 1).
 - Indispensable rellenar los apartados marcados con asterisco (Nombre, Apellidos, ID Personal y Fecha). (Fig. 1).
- c) Hacer Clic en Guardar de la barra de menús.
- d) Debemos acceder al programa, seleccionando VNG y nos aparecerá la pantalla para poder iniciar la prueba deseada, donde podremos visualizar los ojos del paciente y proceder al ajuste y calibración de los movimientos oculares. (Fig. 2).

4) Colocación de la máscara y ajuste de la cámara a la imagen de los ojos

- a) Sentamos al paciente en posición erecta, con los hombros alineados y la cabeza mirando al frente. (Fig. 6).
- b) Colocamos la máscara sin la tapadera y comprobamos que los ojos

Figura 1. Cuadro de datos de filiación del paciente.

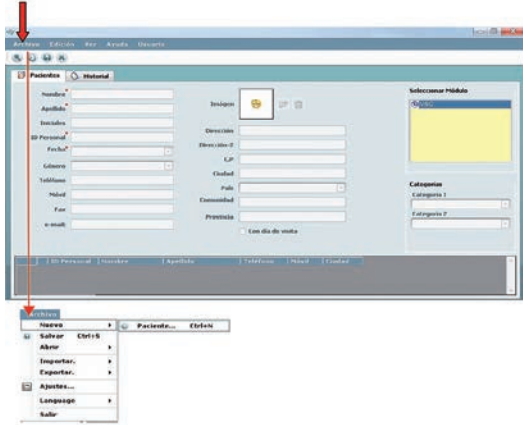
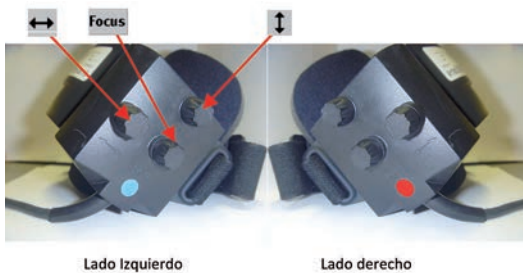


Figura 2. Cuadro de inicio, ajuste de los ojos.



están alineados y centrados en el recuadro de la visión de los ojos. Para ello, haremos uso de los botones situados a cada lado de la máscara, uno para fijar hacia la derecha o hacia la izquierda \leftrightarrow , otro para mover hacia arriba o hacia abajo \updownarrow y enfocamos el ojo Focus con el botón "focus" (Fig. 3).

Figura 3. Máscara. Se muestran los botones de cada lado de la máscara.



c) Para poder monitorizar los ojos y que

las cámaras sigan y registren con precisión los movimientos oculares, la VNG dispone de un oculómetro o dispositivo de seguimiento ocular que detecta automáticamente la pupila, como la zona circular más oscura y la fija al centro de la misma con una cruz, que seguirá fielmente el movimiento de los ojos con una precisión de $0,5^\circ$ a 1° . Este algoritmo tiene el inconveniente de que, si el paciente tiene los ojos maquillados en un color oscuro o si tiene los ojos muy claros, es conveniente definir, de manera manual, la zona del rastreo y evitar así que el oculómetro se detenga en áreas aparentemente más oscuras que la pupila.

- Ajuste manual del oculómetro:

Para que el ajuste del umbral sea correcto, la pupila deberá verse completamente blanca, porque si no, el seguimiento no será captado correctamente.

Se considerará que el umbral está bien definido cuando el centro de la pupila coincida con la cruz de fijación. De esta manera, el sistema podrá seguir los movimientos de la pupila (Fig. 4 y 5).

Antes de iniciar una sesión, compruebe que el umbral está bien ajustado. Para ello, pida al paciente que mire hacia la izquierda, hacia la derecha, hacia arriba y hacia abajo. Se considera que el umbral está bien ajustado, cuando la

Figura 4. Se muestra el ajuste del contraste de los ojos del paciente.

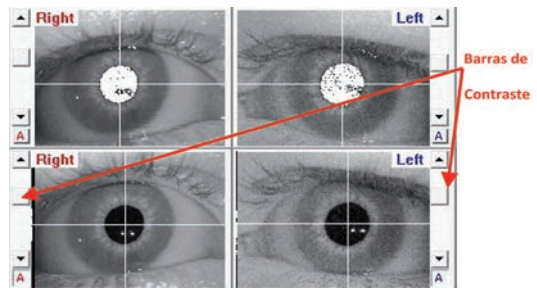
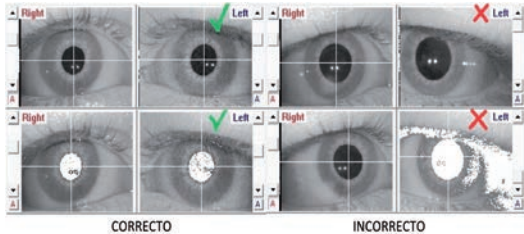


Figura 5. Ajuste correcto e incorrecto del contraste y captación de la pupila.



cruz de fijación se mueve al unísono con la pupila.

- d) Una vez conseguido este punto, pasaremos a la calibración de los movimientos oculares.

5) Calibración de los movimientos oculares

- a) Con el paciente en posición sentado comenzamos la calibración ocular, realizando los siguientes pasos.
- b) Proyector encendido.
- c) Para iniciar la calibración, selecciona
- d) Elegimos que aparezca en pantalla solo un ojo, seleccionando el de mejor visión del paciente Ojo izquierdo Ojo derecho.
- e) Con la tapa de la máscara quitada, el paciente deberá observar un estímulo luminoso que se proyectará en la pantalla, éste lo deberá seguir para que el programa pueda hacer una correcta calibración de los movimientos oculares.

Figura 6. Colocación de la máscara en el paciente.



Todo este proceso se lleva a cabo gracias a que la máscara consta de dos cámaras infrarrojas situadas a derecha e izquierda de ésta y dos cristales refractivos. Esta calibración nos permitirá que el ordenador realice una correspondencia entre el ángulo del movimiento del ojo y su propia calibración. (Fig. 6, 7).

6) Orden de realización de las pruebas para que no interfiera una prueba con la siguiente

- Calibración
- Pruebas Visoculares:
 - Prueba de Seguimiento lento
 - Prueba de Sacadas
 - Prueba de Estimulación Optocinética
- Pruebas Rotatorias:
 - Prueba Sinusoidal Pendular
 - Prueba Impulsiva
- Prueba Calórica

7) Pruebas visoculares



• Prueba de Seguimiento Lento

Esta prueba consiste en el seguimiento ocular de una imagen proyectada en una pantalla, que se desplaza horizontalmente a una velocidad constante, hacia

Figura 7. Seguimiento del estímulo luminoso.



la derecha e izquierda generando un movimiento pendular.

- Instruimos al paciente para que siga el objeto proyectado, asegurándonos que sigue la imagen sólo con los ojos y no mueve la cabeza durante la prueba.
- Seleccionamos el icono que corresponde a la prueba de Seguimiento lento .
- Seleccionamos Inicio .
- Le pedimos al paciente que mire al destino con la tapa quitada de la máscara, en posición sentado, mirando al frente.
- Y damos a aceptar para que se inicie la prueba. (Fig. 8).
- El paciente seguirá el estímulo luminoso con la mirada y obtendremos las gráficas y los datos recogidos por el ordenador. (Fig. 9).

Por norma general, los ojos se analizan por separado, representándose en rojo la respuesta y los valores del ojo derecho, en azul del ojo izquierdo. El estímulo se representa en verde.

El análisis de la respuesta establece las diferencias entre los movimientos oculares hacia la derecha (denominados Right cycles – Ciclos derechos) y los movimientos oculares hacia la izquierda (denominados Left cycles – Ciclos izquierdos). Un Ciclo es un semiperiodo del movimiento pendular. Los ciclos derechos

estudian la respuesta o movimiento ocular que sigue al estímulo de izquierda a derecha y ciclos izquierdos al contrario.

Los parámetros de análisis para el estudio del seguimiento lento son: (Fig. 9)

a) **Gráfica de la Velocidad Horizontal del Ojo (Horizontal Eye Position).**

Este gráfico representa la velocidad horizontal de los movimientos oculares constantes y suaves (valor expresado en grados por segundo). Las secciones en las que se detectan movimientos sacádicos desplazan la gráfica del movimiento ocular, representándose como valores positivos los movimientos hacia la derecha y los valores negativos los movimientos hacia la izquierda. La línea verde representa la velocidad del estímulo, la roja la velocidad del ojo derecho y la azul la del izquierdo. Si el paciente no tiene patología alguna las tres graficas describirán un movimiento paralelos con desplazamientos mínimos.

b) **Datos numéricos de Ganancia, Diferencia lateral y Velocidad de fase lenta de los ciclos.**

Los datos estadísticos obtenidos para el ojo izquierdo (columna derecha) y para el ojo derecho (columna izquierda), expresan los siguientes valores: (Tabla 1).

Figura 8. Inicio de la prueba de seguimiento lento.

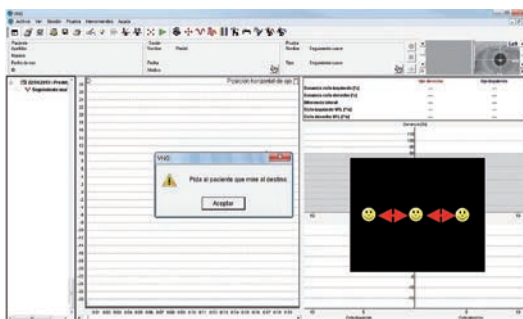


Figura 9. Resultado de la prueba de seguimiento lento.

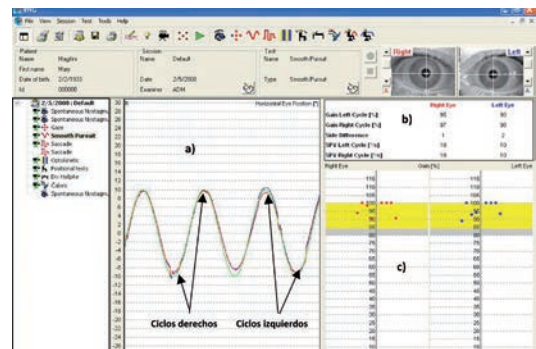


Tabla 1. Tabla de datos de seguimiento lento

Abreviatura	Descripción	Unidad
Gain left Cycle	Media aritmética de las ganancias calculadas para los ciclos izquierdos.	%
Gain right Cycle	Media aritmética de las ganancias calculadas para los ciclos derechos.	%
Side Difference	Valor que permite determinar la relación existente entre la ganancia izquierda y la ganancia derecha.	
SPV left cycles	Media aritmética de todas las VFL medidas para los ciclos izquierdos.	°/s
SPV right cycles	Media aritmética de todas las VFL medidas para los ciclos derechos	°/s

GANANCIA: La ganancia (G) o relación entre el estímulo y la respuesta, expresa el seguimiento ocular constante del estímulo en tanto por ciento. Si el movimiento ocular del paciente durante el seguimiento de la imagen es constante, la ganancia será del 100%. Si por el contrario, se obtienen movimientos sacádicos irregulares, además del seguimiento ocular, la ganancia será inferior al 100%. Su valor se obtiene según la siguiente fórmula:

$$G = \frac{\text{Amplitud seguimiento ocular}}{\text{Amplitud seguimiento ocular} + \text{Amplitud sacádica}} \times 100$$

DIFERENCIA LATERAL: La diferencia lateral (S) se obtiene de comparar la ganancia (G) del movimiento ocular hacia la derecha (ciclos derechos) con el movimiento ocular hacia la izquierda (ciclos izquierdos). Su valor se obtiene según la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\text{Ganancia Derecha} - \text{Ganancia Izquierda}}{\text{Ganancia Derecha} + \text{Ganancia Izquierda}} \times 100$$

Diferencia lateral < 0 implica mayor índice de movimientos sacádicos hacia la izquierda que hacia la derecha.

Diferencia lateral > 0 Mayor índice de movimientos sacádicos hacia la derecha que hacia la izquierda.

VELOCIDAD DE LA FASE LENTA: Durante el análisis del movimiento, el seguimiento ocular tiene una velocidad de fase lenta (VFL), que debe ser la misma que la velocidad del movimiento del objetivo. Los valores SPV left cycles (Ciclos VFL izquierda) y SPV right cycles (Ciclos VFL derecha) son el resultado de la media aritmética de todos los ciclos VFL máximos derecha/izquierda. Si el paciente no presenta ninguna anomalía, estos valores serán iguales a la velocidad del patrón de estímulo

c) **Gráfica de la Ganancia.-** En este gráfico se muestra las ganancias calculadas para los distintos ciclos de medición. Los valores para los ciclos derechos (movimientos oculares hacia la derecha) se muestran en la parte derecha del gráfico y los valores para los ciclos izquierdos (movimientos hacia la izquierda) en la parte izquierda del gráfico.

• **Prueba de sacadas**

Esta prueba consiste en el seguimiento ocular de un estímulo luminoso proyectado sobre una pantalla, que se desplaza a saltos sobre la horizontal. Para su ejecución, realizaremos los siguientes pasos:

- a) Instruimos al paciente para que siga el objeto proyectado, que se moverá aleatoriamente saltando de una posición a la siguiente: centro – derecha, derecha – centro, centro – izquierda, izquierda – centro, asegurándonos que sigue la imagen sólo

con los ojos y no mueve la cabeza durante la prueba. El objetivo es, que el paciente fije la mirada en la imagen y a continuación, sea capaz de desplazar hasta el siguiente punto con un movimiento ocular rápido (sacadas). Lo ideal es que las sacadas se realicen con un movimiento rápido que permita la fijación exacta en la imagen

- b) Seleccionamos el icono que corresponde a la prueba de Sacadas.
- c) Seleccionamos Inicio.
- d) Le pedimos al paciente que mire al destino sentado en el sillón.
- e) Y damos a aceptar para que se inicie la prueba. (Fig. 10).
- f) El paciente seguirá el punto amarillo con la mirada y obtendremos los datos recogidos por el ordenador.

Se analizan por separado, las sacadas horizontales y verticales, representando en rojo la respuesta y los valores del ojo derecho, en azul del ojo izquierdo. El estímulo se representa en verde.

Los parámetros de análisis para el análisis de las sacadas son (Fig. 11):

- a) **Datos numéricos de Latencia, Velocidad y Precisión**

Los datos estadísticos obtenidos para los movimientos a la izquierda, a la derecha, arriba y abajo expresan los siguientes valores (Tabla 2):

Tabla 2. Tabla de datos de sacadas

Abreviatura	Descripción	Unidad
Target movements (right, left, up, down)	Movimientos de la imagen en la dirección establecida	
Accepted saccades	Número de sacadas aceptadas e incluidas en el análisis	
Latency	Tiempo de reacción entre el cambio de posición de la imagen y el movimiento del ojo	ms
Velocity	Velocidad media del movimiento sacádico	°/s
Precision	Precisión de las sacadas. Define la precisión del movimiento sacádico hacia la nueva posición de la imagen.	%

LATENCIA o tiempo de reacción es el tiempo entre el cambio de posición de la imagen y el inicio del movimiento sacádico ocular.

VELOCIDAD del movimiento ocular durante la sacada

PRECISIÓN con la que se lleva a cabo una sacada, donde, un valor próximo al 100% indica que el paciente ha fijado bien la imagen, un valor inferior al 100% indica que la amplitud sacádica era de-

Figura 10. Inicio de la prueba de sacadas.

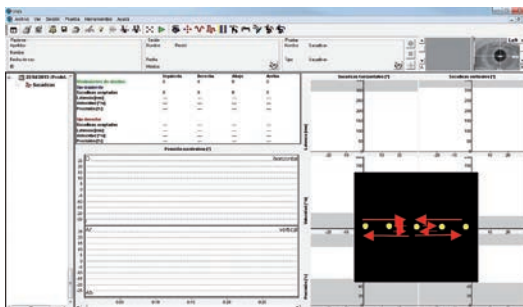
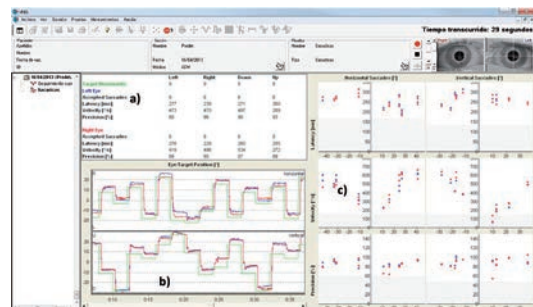


Figura 11. Prueba de sacadas finalizada.



masiado baja (impulso corto) y un valor superior al 100% indica que la amplitud sacádica era demasiado alta (sobre impulso).

b) **Gráfica de la posición del ojo y su relación con el objetivo.**- Este gráfico presenta los movimientos rápidos y balísticos de los ojos y su relación con el estímulo, pudiendo valorar la precisión de los movimientos sacádicos, así como sus imprecisiones en alcanzar el objetivo tanto por defecto o hipometrías como por exceso o hipermetrías, con su refijación posterior.

c) **Gráfica de la latencia, velocidad y precisión** para las sacadas verticales y horizontales. Las sacadas están representadas por puntos. Las sacadas hacia la izquierda y hacia abajo aparecen reflejadas en la parte izquierda del gráfico y las sacadas hacia la derecha y hacia arriba en la parte derecha del gráfico.

• **Prueba de Estimulación Optocinética**

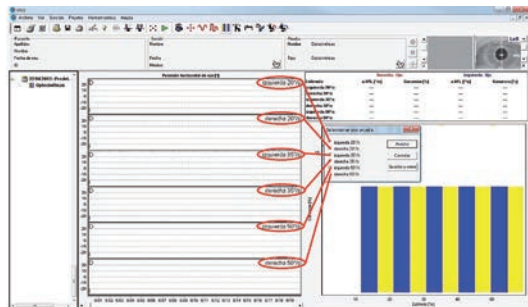
Esta prueba consiste en la fijación de la mirada hacia el frente mientras el estímulo luminoso en forma de barras azules y amarillas, que se mueven a una velocidad constante, elegida previa a la prueba, son proyectadas sobre una pantalla, hacia la izquierda o hacia la derecha.

- a) Instruimos al paciente para que mire al frente viendo pasar las barras de colores y no mueva la cabeza durante la prueba.
- b) Seleccionamos el icono que corresponde a la prueba de Optocinética.
- c) Seleccionamos Inicio.
- d) Le pedimos al paciente que mire al frente y vea cómo pasa el estímulo luminoso en barras presentado en la pantalla.
- e) Antes de empezar la prueba nos apa-

recen las diferentes velocidades a las que hay que realizar la prueba, primero izquierda 20°/s, derecha 20°/s, izquierda 35°/s, derecha 35°/s, izquierda 50°/s, derecha 50°/s (Fig. 12).

f) Y damos a aceptar para que se inicie la prueba.

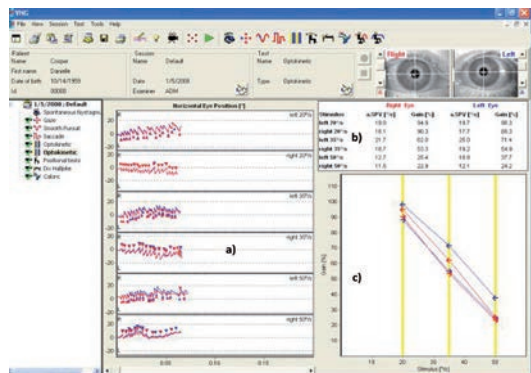
Figura 12. Inicio de optocinético.



g) La duración aproximada de la prueba es de 20s, para cada estímulo, según los parámetros establecidos por nuestro laboratorio, pudiendo ser modificado en la opción ajustes.

h) Una vez finalizada la prueba obtenemos el resultado de la prueba (Fig. 13).

Figura 13. Prueba de optocinético finalizada.



La prueba Optocinética examina el movimiento nistagmico producido ante

un estímulo visual (barras verticales) que se desplaza frente a al paciente con movimiento horizontal.

El ojo sigue el estímulo visual con un movimiento ocular lento o fase lenta con la velocidad del estímulo hasta el fin del campo visual, moviéndose rápidamente en la dirección contraria y vuelve a su posición original generando así un nistagmo con la fase rápida al lado contrario de la dirección del estímulo.

En la prueba optocinética, se utilizan hasta seis pruebas de seguimiento (tres a cada lado), con distintas velocidades y direcciones, para determinar la respuesta del paciente al estímulo, instruyendo al paciente para que, durante la prueba, siga el estímulo con los ojos pero sin mover la cabeza.

Los parámetros de análisis para el estudio del Nistagmo Optocinético son:

- a) **Gráfica del Nistagmo Optocinético**
Este gráfico muestra el Nistagmo Optocinético generado por el estímulo, cuya dirección y velocidad aparecen reflejadas en la esquina superior derecha del gráfico
- b) **Datos numéricos de Ganancia, y Velocidad de fase lenta de los nistagmos**

Los datos estadísticos obtenidos, descartando para este análisis los tres primeros segundos, para el ojo izquierdo (columna derecha) y para el ojo derecho (columna izquierda), en cada dirección y velocidad del estímulo expresan los siguientes valores (Tabla 3).

Tabla 3. Tabla de datos del nistagmo optocinético.

Abreviatura	Descripción	Unidad
a.SPv	Velocidad media de fase lenta para nistagmos detectados durante una prueba.	%s

Gain	Relación entre velocidad de movimiento ocular y velocidad de movimiento de estímulo	%
------	---	---

VELOCIDAD DE LA FASE LENTA (SPV): calcula la velocidad media del movimiento ocular durante la fase lenta del nistagmo para poder comparar la intensidad de la respuesta hacia un lado y otro a las distintas velocidades del estímulo.

GANANCIA: La ganancia (G) o relación entre el estímulo y la respuesta, expresa la relación entre la Velocidad de la Fase Lenta del Nistagmo (VFL) y la Velocidad del estímulo.

$$G = \frac{VFL}{\text{Velocidad del estímulo}} \times 100$$

- c) **Gráfica de la Ganancia:** En este gráfico se muestra las ganancias, calculadas para las distintas frecuencias de estimulación. Los valores de la ganancia son representados en el eje de las ordenadas para cada frecuencia de estimulación de las abscisas. Una flecha roja para el lado derecho y azul para el izquierdo, indican la dirección del estímulo. Líneas paralela hacia uno y otro sentido indican simetría de la respuesta optocinética.

8) Prueba rotatoria

• Prueba Sinusoidal Pendular

Esta prueba consiste en el movimiento del sillón hacia un lado y hacia otro, con una velocidad constante, seleccionada

previa a la prueba, mientras el paciente permanece sentado,

- a) Seleccionamos el icono que corresponde a la prueba de Sinusoidal pendular.
- b) Colocamos al paciente sentado con la cabeza inclinada 30° aproximadamente flexionada hacia delante para colocar el conducto semicircular horizontal paralelo al plano de rotación (Fig. 14).
- c) Le explicamos al paciente que permanezca con los ojos abiertos mientras el sillón gira en ambos sentidos.
- d) Le colocamos las gafas con la tapadera, para que el paciente esté en oscuridad y no tenga ningún punto de referencia e iniciamos la prueba haciendo clic en inicio.
- e) Elegimos la velocidad en primer lugar de 0.16 %/s, después la 0.32 %/s y por último 0.64 %/s, haciendo tres registros diferentes (Fig. 15).

Figura 14. Posición del paciente para la realización de la prueba sinusoidal pendular.

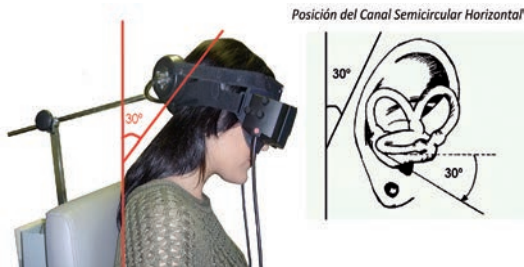
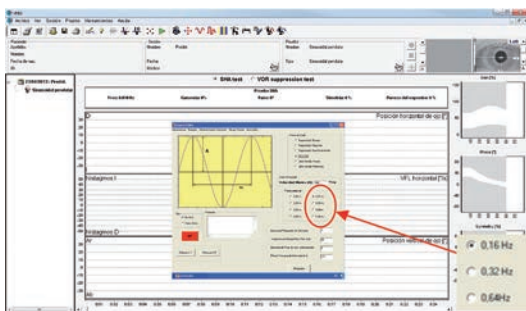


Figura 15. Inicio de la prueba y selección de las velocidades.



– Debemos tener especial cuidado a la hora de realizar la prueba para que el paciente no sienta ningún tipo de náusea, que no pueda permitir el correcto desarrollo de la misma. Si el paciente presenta un gran cortejo vegetativo (vómitos), se tendrá que realizar la prueba en otro momento.

Con el fin de que el paciente se mantenga en alerta y evitar la inhibición del nistagmo, le instruiremos para que realice cálculos mentales sencillos (contar hacia atrás).

f) Una vez finalizada la prueba obtenemos los registros a las frecuencias seleccionadas (Fig. 16, 17, 18).

Figura 16. Prueba pendular sinusoidal finalizada a 0.16 %/s.

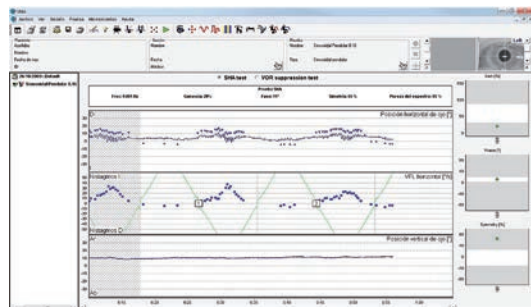


Figura 17. Prueba pendular sinusoidal finalizada a 0.32 %/s.

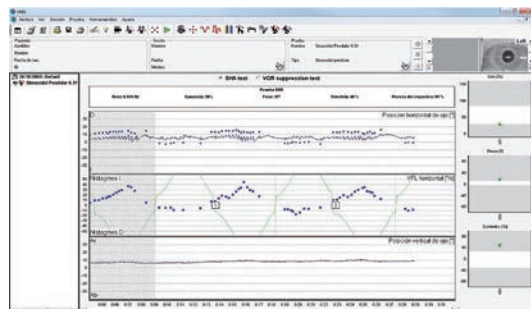
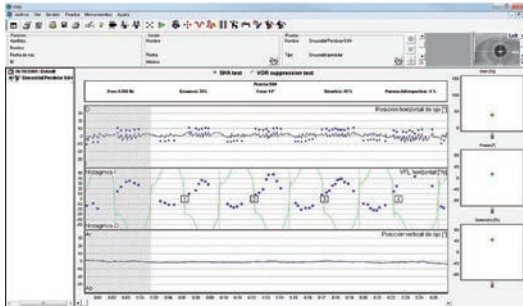


Figura 18. Prueba pendular sinusoidal finalizada a 0.64 %/s



- En esta prueba se recogen, por un lado la gráfica de los nistagmos generados por los nistagmos sinusoidales del sillón hacia derecha e izquierda y la representación del movimiento del sillón y la respuesta ocular, opuesta en fase y representada mediante puntos consecutivos o fase lenta del nistagmo. Por otro lado, se representan los valores numéricos de la Ganancia, Fase y Simetría de la respuesta vestibulo-ocular.
- También podemos analizar en la prueba pendular el reflejo viso-vestibular (vis-VOR) y la inhibición vestibulocerebelosa o VOR-Fix:
 - ⇨ Vis-VOR: Con la misma sistemática de la prueba, pero sin tapar la máscara e instruyendo al paciente para que siga los objetos del entorno, conseguimos que participe en la estimulación el sistema de seguimiento logrando así, que la ganancia del reflejo vestibulo-ocular que normalmente es el 60% del estímulo se acerque a la unidad.
 - ⇨ VOR-Fix: Igualmente si durante la rotación del sillón fijamos la mirada (con la luz de fijación incluida en la máscara o haciendo que el paciente mire a un punto fijo colocado frente a él) conse-

guiremos que en personas normales se inhiba el nistagmo rotatorio.

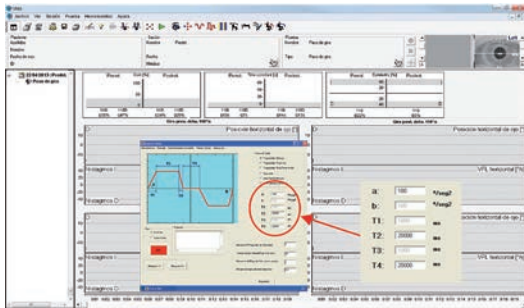
• Prueba Impulsiva

Esta prueba consiste en el giro completo durante un tiempo determinado, seleccionado con anterioridad en un sentido, su detención repentina y el giro completo hacia el otro lado durante otro tiempo determinado y su detención repentina; éste lo hará con una velocidad y aceleración constante elegida previa a la prueba, mientras el paciente permanece sentado.

- a) Seleccionamos el icono que corresponde a la prueba Prueba impulsiva.
- b) Colocamos al paciente, sentado con la cabeza inclinada 30° aproximadamente flexionada hacia delante, como en la prueba anterior.
- c) Sujetamos la cabeza por la frente al cabecero del sillón y abrochamos el cinturón.
- d) Le explicamos al paciente que permanezca con los ojos abiertos aunque el sillón gire y que evite parpadear.
- e) Le colocamos la máscara con la tapadera e iniciamos la prueba haciendo clic en inicio.
 - i) Nos aparecerá la ventana del módulo de estimulación donde indicaremos la velocidad y el lado hacia el que el sillón deberá comenzar a girar.
 - j) El sillón girará durante un minuto con aceleración constante.
 - k) El sillón hace una parada en seco durante otro minuto.
 - l) El sillón gira con aceleración constante en sentido contrario al anterior.
 - m) Parada en seco y otro minuto de descanso.
 - n) El registro nos dará los nistagmo

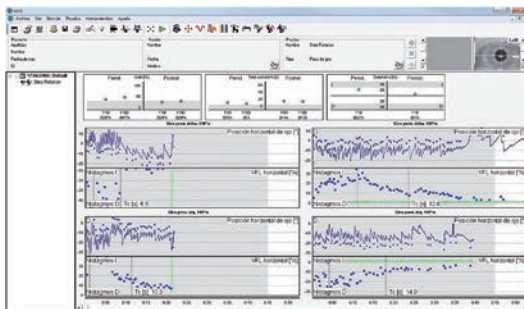
per-rotatorios y post-rotatorios de ambos sentidos. (Fig. 19)

Figura 19. Inicio de la prueba impulsiva.



o) La recogida de datos al finalizar la prueba será la siguiente: (Fig. 20)

Figura 20. Prueba finalizada.



En esta prueba el parámetro de análisis fundamental es la constante de tiempo del nistagmo post-rotatorio: Time Constant (TC). La gráfica nos representará los nistagmos per y post-rotatorios y los puntos que marcan la velocidad de la fase lenta con el tiempo. En la porción superior se representa la Ganancia, constante de tiempo y simetría de la respuesta per y post-rotatoria.

9) Prueba Calórica

La prueba consiste en estimular al laberinto vestibular de ambos oídos, mediante irrigaciones calóricas con agua o aire a 7° C por encima y por debajo de la temperatura corporal habitual (44° C y 30° C) y recoger los datos obtenidos, para poder valorar la respuesta .

Consta de varias fases de registro, con periodos de descanso, con el fin de que un estímulo no interfiera con el siguiente. Comenzamos con la recogida del nistagmo espontaneo, para que, si existe, pueda ser tenido en cuenta a la hora de realizar el análisis de los datos, siguiendo los siguientes pasos:

- a) Colocación de la tapa a la máscara, para mantener la oscuridad, instruyendo al paciente para que mantenga los ojos abiertos a lo largo de la prueba
- b) Selección del icono que corresponde a la prueba calórica y en cada fase de la prueba iniciaremos el registro pulsando ► .
- c) **Registro del Nistagmo espontáneo**
 - i) Sentado el paciente, seleccionamos Nistagmo espontáneo y pedimos al paciente que mire al frente e iniciamos el registro. En la porción superior de la grafica obtendremos la representación grafica del mismo (SPN) (Fig. 21, 28).

Figura 21. Colocación del paciente para el nistagmo espontáneo y dibujo gráfico del canal semicircular horizontal.



d) **Registro de la respuesta a la estimulación calórica**

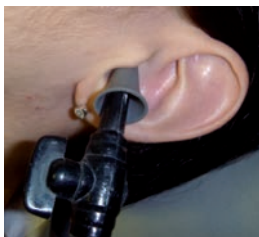
- i) Colocamos al paciente en posición supino con la cabeza en un ángulo de 30° con respecto a la horizontal, para que el conducto semicircular horizontal se coloque en posición vertical, de acuerdo a la configuración anatómica de los conductos semicirculares (Fig. 22).
- ii) Comenzamos la estimulación calórica con agua caliente en oído derecho (R 44° C) y oído izquierdo (L 44° C) y con agua fría en oído izquierdo (L 30° C) y oído derecho (D 30°). Estas estimulaciones se deberán hacer siempre en el mismo día en el orden establecido y con las mismas condiciones de la sala. Es importante *esperar entre una irrigación y otra al menos 5 minutos* y siempre que hayan desaparecido todos los nistagmos, para que el oído se encuentre en situación basal (Fig. 24).

Figura 22. Posición del paciente para la irrigación y dibujo gráfico del canal semicircular horizontal.



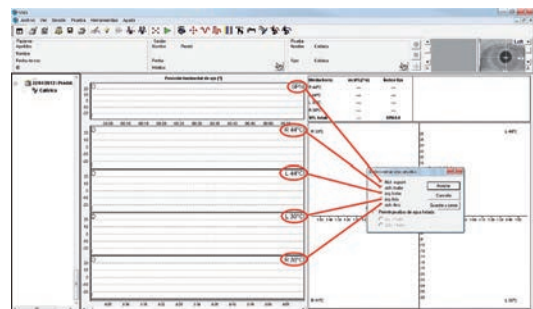
ii) **Técnica de irrigación calórica:** (Fig. 23)

Figura 23. Técnica de irrigación.



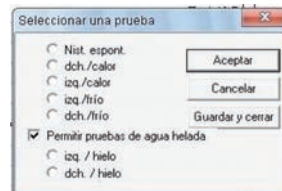
- Colocamos un espéculo en el oído que vamos a irrigar, para, través de él, introducir el agua y dirigirla directamente a la membrana timpánica (Fig. 23).
- Iniciamos la irrigación y el registro simultáneamente
- Pasados 30 seg dejamos de irrigar.
- Pedimos al paciente a los 90s que mire a la luz que aparece automáticamente (según la configuración del videonistagmógrafo). En ese mismo instante, el paciente dirá que ve dos luces debido a la velocidad de movimiento de su ojo y le aconsejamos que, aunque vea dos luces, se fije solo en una.

Figura 24. Pantalla de inicio de la prueba calórica.



- En casos especiales de no respuesta, procedemos a irrigar con agua helada, siendo necesario seleccionar dicha opción y seguir los mismos pasos, que se han realizado con anterioridad, seleccionando primero oído izquierdo y luego el derecho (Fig. 25).

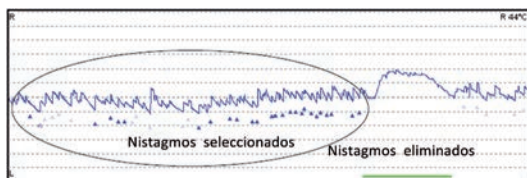
Figura 25. Selección de la prueba de agua helada.



- Una vez finalizada la prueba obtenemos el registro de todos los datos, que nos permitirán, la detección de artefactos que pueden influir en la correcta selección de los nistagmos y analizar las gráficas y resultados estadísticos de la prueba.

e) **Detección de artefactos:** La representación grafica de los movimientos oculares, o de movimiento horizontal y/o vertical del ojo (según configuración) nos permite visualizar todos los nistagmos y valorar si sus características corresponden a la del nistagmo vestibular con su fase lenta y rápida característica o se trata de artefactos comunes como parpadeos o movimientos voluntarios de los ojos. La VNG señala con un pequeño triángulo los movimientos oculares que acepta como nistagmos, pudiendo con las herramientas de edición eliminar el nistagmo (el triángulo disminuye la intensidad de color), para que no aporte información al análisis de la respuesta nistágmica. Igualmente podemos añadir nistagmos que no ha considerado el aparato (Fig. 26).

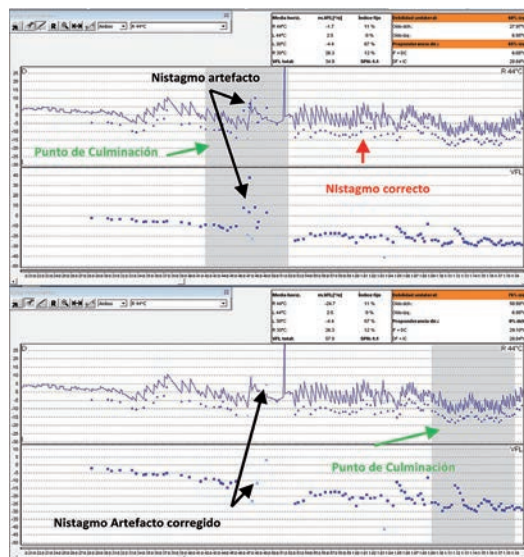
Figura 26. Modificación de la gráfica en caso de existencia de artefactos.



En la prueba calórica, la zona sombreada de gris nos indica el rango de mayor velocidad del nistagmo que determina el programa. Nosotros podemos modificar el rango de selección y aumentar, disminuir o coger todos los nistagmos

pinchando en el icono de fase de culminación que nos aparece en la barra de herramientas. Este es el rango que servirá para el análisis de la respuesta, por lo que es fundamental que la elección del nistagmo sea la correcta, pues si hay un movimiento de gran intensidad pero que no corresponde a un nistagmo, al eliminarle variará automáticamente la zona de máxima respuesta y por tanto el resultado de la prueba. En la figura 27 observamos como al modificar un movimiento ocular anómalo el rango de máxima respuesta cambia, modificando el análisis de la respuesta.

Figura 27. En estas gráficas vemos como quedaría una y otra antes y después de la modificación.



f) **Análisis de las gráficas y datos estadísticos**

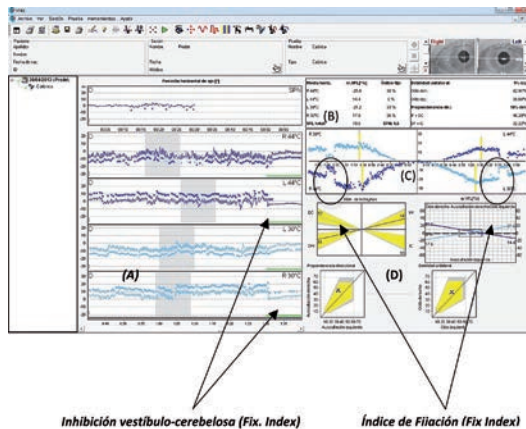
Con el fin de poder analizar la respuesta nistágmica de la estimulación calórica, todos los aparatos de VNG disponen de una pantalla, para la presentación de los datos que, aunque puede variar en la forma de presentación, no variará en el análisis de los datos fundamentales de la respuesta (Fig. 28).

El equipo con el que realizamos actualmente la VNG presenta los datos de la prueba calórica en las siguientes zonas:

i) **Visualización, a tiempo real, del movimiento de los ojos:** En la esquina superior derecha, durante la prueba, aparecen los movimientos oculares, según la configuración del equipo (una o dos cámaras).

Nos permite observar los movimientos oculares y valorar si existe alguna alteración de dichos movimientos oculares o variaciones en el ajuste de la captación del globo ocular, observando que la cruz de fijación no se mueve centrada y al unísono con la pupila y se pierde la señal, lo que nos obligará a reanudar la prueba previa nueva calibración y ajuste de las cámaras.

Figura 28. Prueba finalizada.



Inhibición vestibulo-cerebelosa (Fix. Index)

Índice de Fijación (Fix Index)

ii) **Gráfica de la Velocidad Horizontal del Ojo (Horizontal Eye Position)**

(A): Este gráfico representa la velocidad horizontal de los movimientos oculares o representación de los nistagmos, señalando con un pequeño triángulo con el vértice hacia arriba para los nistagmos derechos y hacia abajo para los izquierdos como :

- En el parte superior del gráfico,

independiente del resto y opcional, se representa el nistagmo espontáneo (SPN).

- El gráfico inferior muestra el resultado de las distintas irrigaciones, indicando el lado y la temperatura (R 44°, L 44°, L 30°, R 30°)

Una vez finalizado el registro, el gráfico mostrará una zona grisácea que es la fase de culminación o lo que es lo mismo, la fase con los movimientos oculares más rápidos.

Las marcas verdes muestran el periodo durante el cual está activa la luz de fijación en la máscara VNG para calcular el índice de fijación

iii) **Datos estadísticos o análisis numérico de la respuesta nistágmica (B):**

En esta zona de análisis en la parte izquierda se presenta la velocidad de la fase lenta del nistagmo de la fase de culminación para las distintas irrigaciones y la velocidad de la fase lenta total (reflectividad total) y a la derecha el índice de fijación de cada caloraización. Finalmente en la segunda columna encontramos la velocidad del nistagmo espontaneo (SPN). En la parte derecha aparecen los valores del porcentaje de Asimetría o Debilidad Unilateral y lado con la velocidad de la fase lenta del oído derecho e izquierdo, la preponderancia direccional y lado. Finalmente la velocidad de la fase lenta de IF+DC (Izquierda Frío + Derecha Caliente: que producen nistagmos de derechos) y DF+IC (Derecha Frío +Izquierda Caliente: que producen nistagmos de izquierdos).

iv) **Gráfica de la calorización (C):** En este gráfico, dividido en cuatro cuadrantes, uno para cada calorización, representa mediante puntos de color azul claro, la velocidad de la fase lenta de los nistagmos evo-

cados, durante la fase de irrigación fría y con puntos de color oscuro los nistagmos evocados durante la fase de irrigación caliente.

- Los cuadrantes superiores muestran los datos de las irrigaciones que producen *nistagmos hacia la izquierda* (derecho fría y izquierdo caliente).
- Los cuadrantes inferiores muestran los datos de las irrigaciones que producen *nistagmos hacia la derecha* (derecho caliente y izquierdo fría).
- Los dos cuadrantes de la izquierda muestran los datos de las irrigaciones del oído derecho (derecho fría y derecho caliente).
- Los dos cuadrantes de la derecha muestran los datos de la irrigación del oído izquierdo (izquierdo caliente y izquierdo fría).

En pacientes con una función vestibular normal, el diagrama resultante tendría la forma de una mariposa con las alas abiertas

- La *inhibición vestibulo cerebelosa* expresado por el *índice de fijación (Fix. Index)*, se evidencia por una disminución brusca de la intensidad del nistagmo que provoca en la mariposa descrita un escotoma o corte de la misma

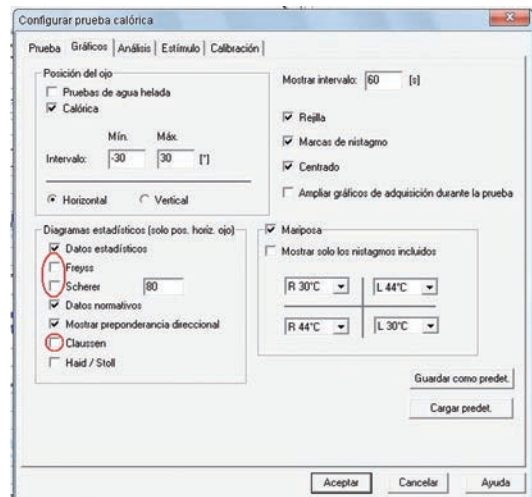
Una línea amarilla nos localiza la zona de culminación del nistagmo, pudiendo orientarnos sobre la normalidad de la respuesta o la aparición de movimientos aislados demasiado intensos que pudieran no corresponder a nistagmos y que analizaremos en la grafica de la izquierda donde están representados los nistagmos.

- v) *Gráficas de Claussen, Freyss y la de Scherer (D)*: Estas gráficas opcionales aparecerán solo si las seleccionamos. Estando el cursor en la gráfica de calorización damos

doble clic con el botón izquierdo del ratón y nos aparece una nueva ventana donde podemos seleccionar la grafica deseada, que permitirá valorar visualmente los resultados (Fig. 29).

Existe diferentes formas de presentación en el equipo utilizado y en otros equipos, razón por la que su utilización depende de las preferencias del explorador, siendo de todos modos menos utilizadas que la gráfica de calorización anteriormente citada.

Figura 29. Selección de gráficas Claussen, Freyss y Scherer.



Puntos clave

- Comprobar que el paciente ha cumplido todas las pautas de instrucción de pruebas antes de la realización de las mismas.
- Comprobar que el material a utilizar en las pruebas está en perfectas condiciones.
- No olvidar colocar bien al paciente en cada prueba.
- Quitar todo tipo de aparato auditivo en el caso de la realización de pruebas calóricas.
- Comprobar que tenemos bien captado el ojo del paciente.
- Si el paciente ve mejor con un ojo que con otro, capturar el de mejor visión, si la VNG es monocular.
- No olvidar poner la tapa de la máscara en las pruebas calóricas y rotatorias.
- Tener todo el material a mano.
- Mantener informado al paciente en todo momento del desarrollo de la prueba para no crear desconfianza.
- Si el paciente en algún momento de la prueba se marea, deberemos pulsar el botón de parada.
- Vigilar que el paciente no mueva la cabeza durante el estímulo, para evitar movimientos oculares anómalos que falseen la prueba.
- Mantener en alerta al paciente, instruyéndole para que realice cálculos mentales sencillos (contar).
- Guardar cada prueba realizada antes de comenzar otra.

POTENCIALES VESTIBULARES EVOCADOS MIOGÉNICOS: VEMPs

Introducción

Los Potenciales Vestibulares Evocados Miogénicos (Vestibular Evoked Myogenic Potentials) (VEMPs) son potenciales evocados por un estímulo acústico, que recogen el potencial del músculo esternocleidomastoideo (ECM) contraído activamente, en el caso de los Potenciales Vestibulares Evocados Miogénicos Cervicales (c-VEMP) y de la musculatura ocular inferior contraída, en los Potenciales Vestibulares Evocados Miogénicos Oculares (o-VEMP).

Antes de la realización de la prueba debemos seguir los siguientes pasos:

1) Información al paciente

- a) Explicación comprensible sobre las características de la exploración, que estará reflejada en la hoja de información al paciente, que éste debe recibir antes de realizarse la prueba.
- b) Venir sin maquillaje y afeitado en el caso de los hombres

2) Exploración previa a la prueba

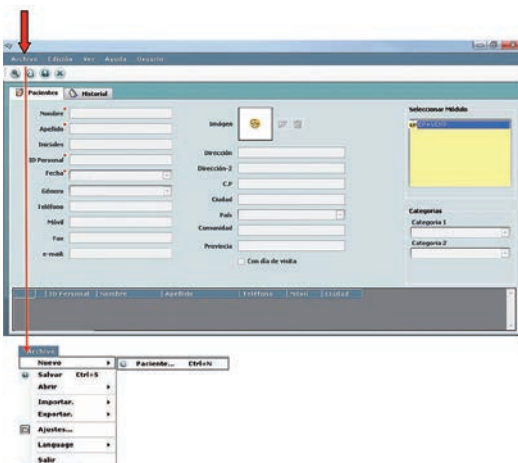
- a) Comprobación de la correcta preparación del paciente, comunicando al Médico cualquier incidencia.
- b) Realización de otoscopia para descartar, tapón de cerumen, perforación timpánica y/o infección y timpanometría que nos corroboraría la integridad de la membrana timpánica y patología del oído medio (ocupación), que pudiera interferir con la prueba. En caso de existir alguna alteración el técnico/a comunicará al especialista dicha alteración.

3) Apertura del programa e introducción de los datos del paciente

- a) Apertura del programa (Oto Access).

- b) Introducción de los datos de filiación del paciente: Archivo>Nuevo>Paciente (Fig. 1).

Figura 1. Datos de filiación de 1 paciente.



- Indispensable rellenar los apartados marcados con asterisco (Nombre, Apellidos, ID Personal y Fecha).
- c) Hacer Clic en Guardar datos de la barra de menús.
- d) Deberemos acceder al programa, seleccionando EP+VEMP y nos aparecerá la pantalla para poder iniciar la prueba deseada.

4) Material utilizado (Fig. 2, 3, 4, 5)

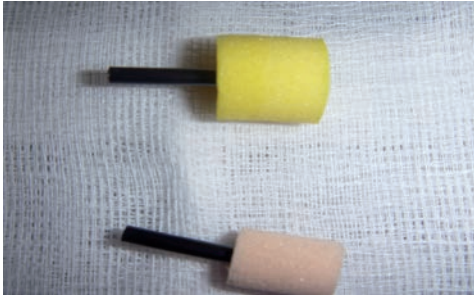
- Pasta Abrasiva

Figura 2. Gel abrasivo.



- Gasas
- Tapones de espuma

Figura 3. Tapones de espuma de dos tamaños para conductos normales y amplios.



- Electrodo de contacto

Figura 4. Podemos ver la imagen de un electrodo por su cara posterior y por su cara anterior.



- Terminal para los electrodos

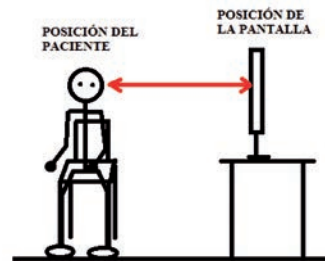
Figura 5. Los terminales de los electrodos poseen un dispositivo que nos indica la polaridad de los cables.



5) Colocación del paciente y los electrodos

- El paciente estará sentado en posición erecta y la pantalla del ordenador deberá estar situada a la derecha o a la izquierda, dependiendo del oído que queremos estimular.

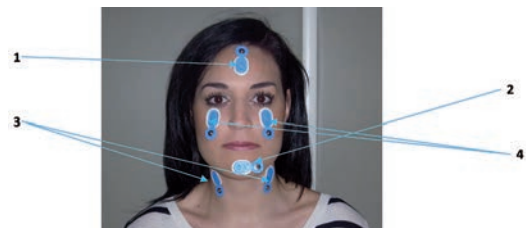
Figura 6. En esta imagen podemos ver la posición del paciente respecto de la pantalla.



- La colocación de los electrodos en la cara del paciente, previa limpieza de la piel con gel, es la siguiente: (Fig. 7)

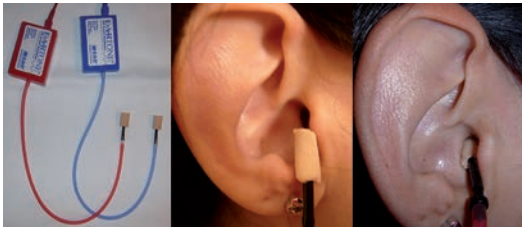
1. Tierra: situado en la frente
2. Positivo: Situado en la barbilla
3. Negativo:
 - a) Para el registro de los c-VEMPs en el tercio medio del ECM derecho e izquierdo (registro ipsilateral)
 - b) Para los o-VEMPs lo más próximo al párpado inferior (registro contralateral)

Figura 7. Numeración indicativa de la posición de los electrodos de contacto.



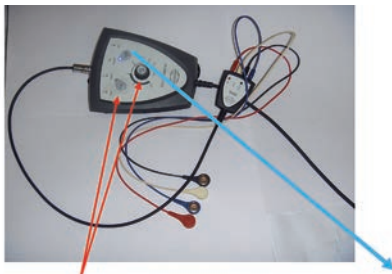
a) Colocación de los auriculares de estimulación (Fig. 8).

Figura 8. Aquí podemos ver los auriculares y la deformación de las esponjillas de los tapones para la posterior introducción de éstos en el conducto auditivo.



- b) El auricular rojo para el oído derecho.
- c) El auricular azul para el oído izquierdo.
- Colocación de los cables de los electrodos, según el siguiente orden y localización para la realización de los c-VEMPs o los o-VEMPs (Fig. 9).

Figura 9. En esta imagen se muestran los terminales de los electrodos y unido a ellos, el transductor.

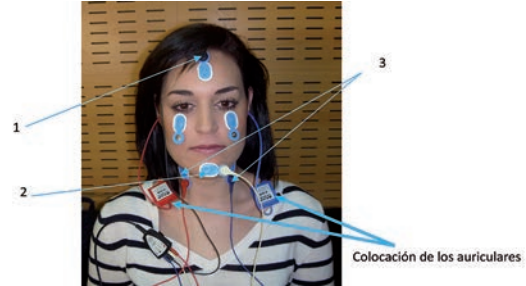


Impedancia menor de 3 KΩ regulado por la rueda

Inicio prueba VEMPs

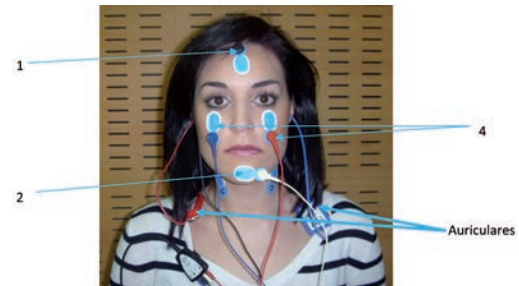
- ⇨ Cervical VEMPs: Cogeremos el cable Negro (Tierra) que irá situado en la posición 1, el cable Blanco Positivo en la posición 2, el cable Azul Negativo en la posición 3 para el lado izquierdo, y el cable Rojo Negativo, en la posición 3 para el lado derecho (Fig. 10).

Figura 10. Colocación de los terminales en los electrodos de contacto para los c-VEMPs.



- ⇨ Ocular VEMPs: Cogeremos el cable Negro Tierra que irá situado en la posición 1, el cable Blanco Positivo en la posición 2, el cable Azul Negativo en la posición 4 para el lado derecho, y el cable Rojo Negativo, en la posición 4 para el lado izquierdo (Fig. 11).

Figura 11. Colocación de los terminales en los electrodos de contacto para los o-VEMPs.



Realización de los Potenciales Vestibulares Evocados Miogénicos Cervicales (c- VEMPs)

Una vez colocados los electrodos y los auriculares, tenemos que provocar una contracción en el musculo esternocleidomastoideo (ECM) para que podamos registrar su actividad eléctrica y las variaciones inhibitorias con el estímulo acústico.

Para realizar las pruebas correspondientes al lado que vamos a explorar, seleccionamos en el menú de parámetros del estímulo (Man. Stim) y ajustamos la intensidad del estímulo con el que vamos a iniciar la prueba.

Seleccionamos el lado derecho **Right** pedimos al paciente que gire al lado contrario, para que se produzca una contracción del músculo ECM explorado.

La mayor parte de los aparatos disponen de una barra que indica el electromiograma de la contracción conseguida pudiendo el paciente, mediante un control visual en la pantalla del ordenador, mantener dicha contracción en niveles óptimos (entre 50 y 100 μV). En nuestro equipo alcanza estos valores cuando la barra de feed-back visual se encuentra en verde (Fig. 12).

Figura 12. En esta imagen se puede ver al paciente girando la cabeza hacia la pantalla del ordenador y podemos apreciar cómo se produce la contracción del músculo.



Contracción del músculo esternocleidomastoideo

Aunque en nuestro laboratorio preferimos generar la contracción del ECM con el paciente sentado y girando la cabeza, esta también puede ser provocada en decúbito supino y levantando la cabeza para generar la actividad de la musculatura cervical. Aunque en muchos casos es una posición complicada y difícil de mantener

para personas con problemas motores (Fig. 13).

Figura 13. Posición para la realización de los VEMPs en decúbito supino

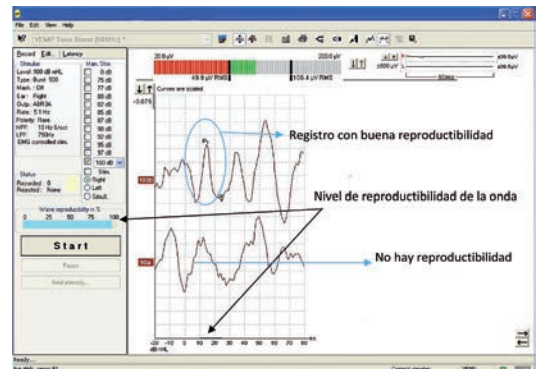


Una vez comprobada la correcta contracción del ECM, y manteniendo al paciente en ese nivel de contracción, comenzamos la estimulación seleccionando "start" (comienzo de la prueba) en 100dB .

Se seguirá descendiendo de 10 dB en 10 dB, seleccionando el comienzo de cada prueba pulsando "start" .

No hay reproductividad hasta que el paciente deje de reproducir el potencial. Cada estímulo tiene una duración de 200 barridos. Aparte, durante la prueba, debemos controlar la reproductibilidad de la onda generada, observando la barra indicativa (Wave reproductivity) a nivel del menú. Repitiendo la prueba si los valores son muy bajos para comprobar la correcta realización de la misma (Fig. 14).

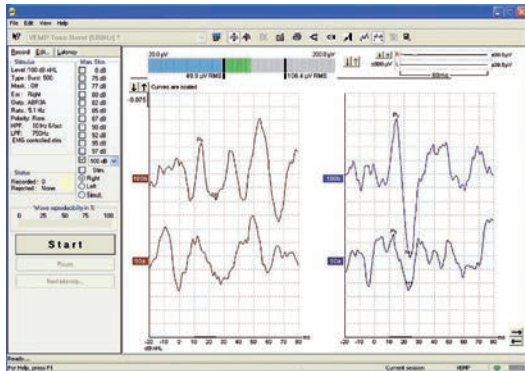
Figura 14. Imagen con la reproductibilidad de las ondas.



– Para realizar las pruebas correspondientes al lado izquierdo, pedimos al paciente que gire la cabeza hacia la derecha mirando la pantalla del ordenador donde aparece la barra de electromiografía que tiene que mantener en color verde entre 50 y 100 μ V. Siguiendo los mismos pasos que hemos realizado anteriormente.

La estimulación se empezará en 100 dB y se seguirá descendiendo de 10 dB en 10 dB hasta que el paciente deje de reproducir el potencial, apareciendo la gráfica (Fig. 15).

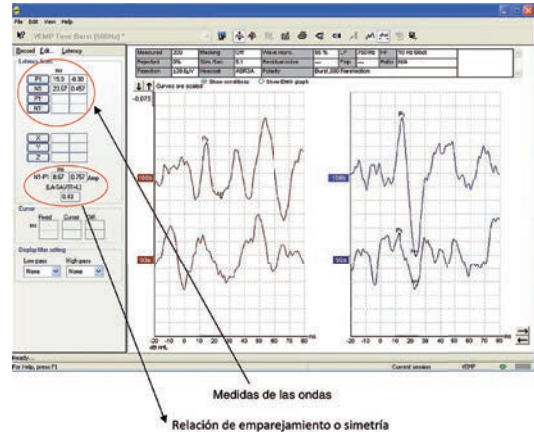
Figura 15. Gráfico de c-VEMPs.



Para medir las latencias, pinchamos en edit y se nos abre la pestaña de Latency. Para marcar las ondas P_1 (P_{13}) y N_1 (N_{23}). Seleccionamos **P1** y llevamos el puntero hasta el vértice de la onda P_1 , que se sitúa personas normales aproximadamente a los 13 ms del comienzo del estímulo. Hacemos lo mismo con N_1 , seleccionando **N1**, que aparecerá aproximadamente a los 23 ms. Este procedimiento se hace para ambos lados.

El programa realiza el emparejamiento de las ondas de ambos lados, en cada intensidad, para poder calcular la simetría de ambas ondas y nos da el resultado. Los datos numéricos nos reflejan la latencia, relación de amplitudes ($n1 p1$) y simetría entre ambos oídos (Fig. 16).

Figura 16. Medición de latencias.



Realización de los Potenciales Vestibulares Evocados Miogénicos Oculares (o-VEMPs)

Una vez colocados los electrodos y los auriculares:

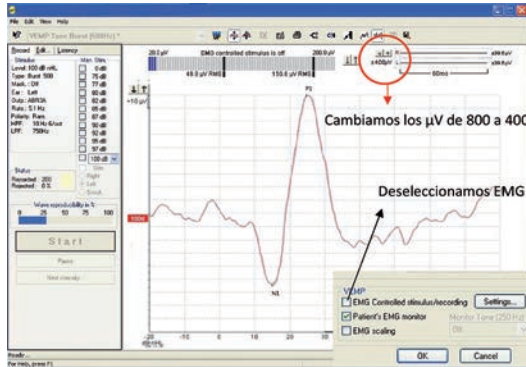
– Para realizar las pruebas correspondientes, pedimos al paciente que mire hacia arriba, para provocar la contractura de la musculatura ocular inferior, poniéndole primero el estímulo sonoro en el oído derecho y después en el izquierdo.

Figura 17. Posicionamiento de los ojos para la realización de los o-VEMPs.



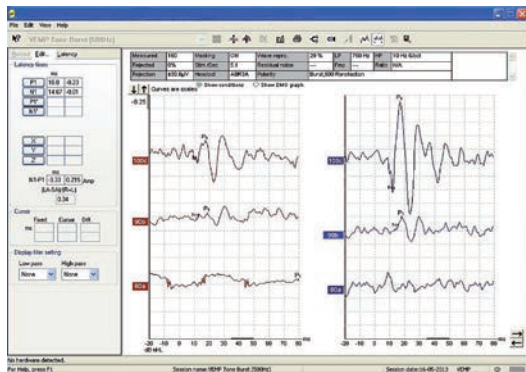
En este registro no necesitamos monitorizar la actividad muscular, con lo que suprimimos la selección de la electromiografía y ponemos los microvoltios a 400 donde antes nos ponía a 800 (Fig. 18).

Figura 18. Cambio de microvoltios y desactivación de la EMG.



Finalizada la prueba, aparece la gráfica y los datos del mismo modo que en los c-VEMPs, salvo que aquí aparece primero la onda n1 y luego la p1, al ser un registro contralateral (Fig. 19).

Figura 19. Finalización de la prueba de o-VEMPs.



Puntos clave

- Comprobar que el paciente ha cumplido todas las pautas de instrucción de pruebas antes de la realización de las mismas.
- Comprobar que el material a utilizar en las pruebas está en perfectas condiciones.
- No olvidar colocar bien al paciente en cada prueba, el raspado con el gel abrasivo y la gasa deberá ser eficaz para que los electrodos de contacto puedan adherirse a la piel sin dificultad y facilitando la disminución de la impedancia.
- Quitar todo tipo de aparato auditivo.
- Mantener informado al paciente en todo momento del desarrollo de la prueba para no crear desconfianza.
- Guardar cada prueba realizada antes de comenzar otra.

ELECTROCOCLEOGRAFÍA (ECoG)

Antes de la realización de la prueba debemos seguir los siguientes pasos:

1) Información al paciente

- a) Explicación comprensible sobre las características de la exploración, que estará reflejada en la hoja de información al paciente, que este debe recibir antes de realizarse la prueba.
- b) Venir sin maquillaje.

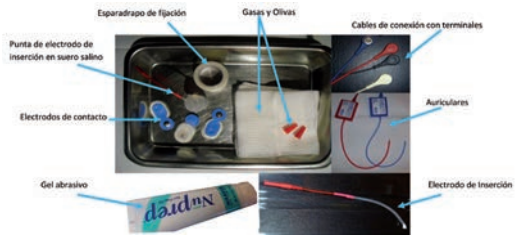
2) Exploración previa a la prueba

- a) Comprobación de la correcta preparación del paciente, comunicando al Médico cualquier incidencia.
- b) Realización de otoscopia para descartar, tapón de cerumen, perforación timpánica y/o infección y timpanometría que nos corroboraría la integridad de la membrana timpánica y patología del oído medio (ocupación) que pudiera interferir con la prueba. En caso de existir alguna alteración el técnico/a comunicará al especialista dicha alteración.

3) Material utilizado: Fig.1

- a) Pasta Abrasiva, suero salino, gasas y esparadrapo de fijación.
- b) Electrodo de contacto autoadhesivos provistos de pasta conductora.
- c) Electrodo de inserción.
- d) Cables de conexión con terminales para conectarse, mediante presión, con los electrodos de contacto.
- e) Auriculares para la emisión del sonido, que se introducen en el Conducto auditivo externo (CAE), conectándose a las olivas para adaptarse al mismo.

Figura 1. Materiales utilizados: gasas, olivas, electrodos de contacto, cables de conexión, electrodo de inserción, auriculares, pasta abrasiva, suero salino y esparadrapo de fijación.



4) Colocación de los electrodos y los auriculares al paciente

- a) En una habitación, en ausencia de estímulos luminosos intensos, el paciente es colocado en posición decúbito supino, siendo muy importante que el paciente esté tranquilo para evitar rechazos.
- b) Limpieza y frotado de la piel, para minimizar las impedancias entre la piel y el electrodo de contacto, con el fin de mejorar la transmisión de las señales
- c) Colocación de los electrodos en la cara del modo siguiente: (Fig. 2, 3).
 - i) **Tierra:** Electrodo color Negro, posición 1
 - ii) **Negativo,** posición 2:
 - a) Si la prueba se realiza ipsilateral
 - ⇨ Color rojo en la mastoides derecha
 - ⇨ Color azul en la mastoides izquierda
 - b) Si la prueba se realiza contralateral
 - ⇨ Color rojo en la mastoides izquierda
 - ⇨ Color azul en la mastoides derecha
 - iii) **Positivo:** Electrodo de inserción. El electrodo se introduce

en el oído que queremos explorar, posicionado sobre la membrana timpánica, posición 3.

Figura 2. Colocación de los electrodos de contacto y localización del electrodo de inserción.

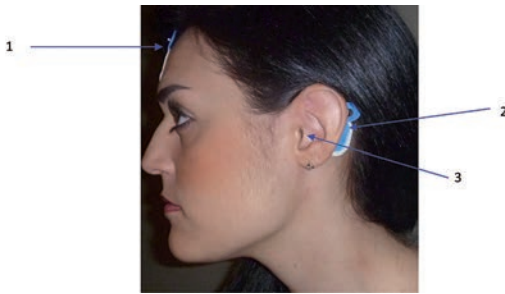


Figura 3. Localización de los electrodos de contacto, localización del electrodo de inserción e introducción del auricular en el oído correspondiente.



- d) Inmersión de la punta del electrodo de inserción en suero salino para hidratar y facilitar la conducción.
- e) Introducción del electrodo suavemente en el Conducto Auditivo Externo, deteniéndonos cuando el paciente nota el contacto del mismo en la membrana timpánica (sensación de un ligera molestia).
- f) Conexión de los auriculares a su oliva e introducción en el CAE.
- g) Comprobación de la correcta impedancia de todos los electrodos.
- h) Comienzo de la prueba.

5) Apertura del programa e introducción de los datos del paciente

- a) Abrimos el programa IHS Programs.
- b) Nos aparecerá la siguiente pantalla:

Figura 4. Pantalla de inicio del programa utilizado.



A la hora de iniciar la prueba, deberemos tener especial cuidado en que el círculo de USB esté en color verde, ello significará que el aparato está preparado para realizar la prueba, si nos aparece en rojo deberemos apagar el aparato y cerrar el programa para que aparezca en verde. (Fig. 4)

- c) Nos vamos a Patient > New (Fig. 5)

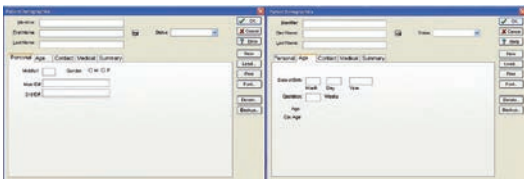
Figura 5. Nuevo paciente.



- d) Introducimos los datos de filiación del paciente en la pantalla que nos aparece, Nombre, Apellidos, en la pestaña "Personal" marcamos el genero del paciente.

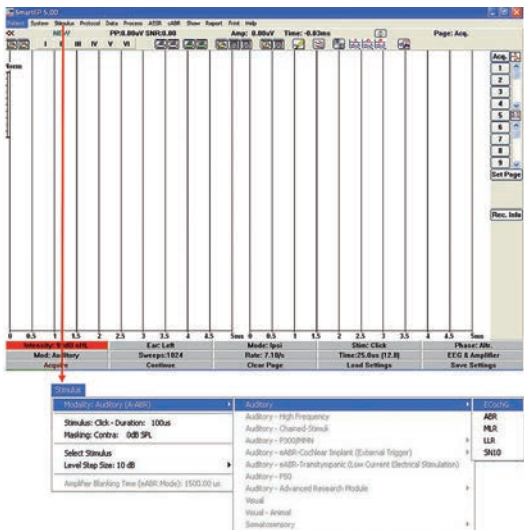
Seleccionamos “Age” he introducimos la fecha de nacimiento del paciente (Fig. 6).

Figura 6. Introducción de los datos de filiación del paciente, edad y sexo.



- e) Una vez introducidos estos datos los confirmamos en OK . Nos vuelve a aparecer la pantalla inicial y seleccionamos y se nos abrirá lo siguiente: (Fig. 7).

Figura 7. Selección de la opción electrococleografía dentro del programa.



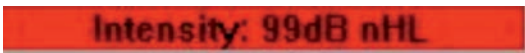
Seleccionamos Stimulus > Modality > Auditory > ECoG para entrar en la ventana de electrococleografía.

6) Iniciamos la prueba

- a) Nos aseguramos que al iniciar la prueba la intensidad del estímulo esté en 99dB, ésta opción está

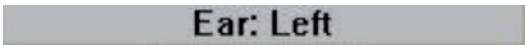
situada en la esquina inferior izquierda de la ventana de la prueba (Fig. 8).

Figura 8. Intensidad a la que se debe iniciar la prueba.



- b) A la derecha del botón de la Intensidad podemos seleccionar el oído que vamos a analizar (Fig. 9).

Figura 9. Botón de selección del oído a analiza.



- c) Antes de iniciar la prueba comprobaremos que la señal de la Electroencefalografía se encuentra dentro de los márgenes de normalidad, representada en la ventana que se abre al seleccionar (Fig. 10).

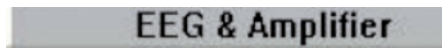
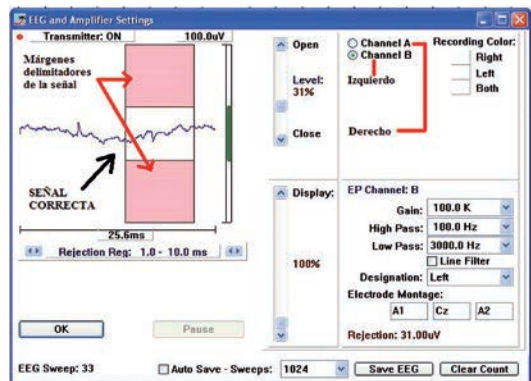


Figura 10. Ventana de la señal eléctrica de la Electroencefalograma.



- d) Para iniciar la prueba deberemos seleccionar Acquire, situado en la esquina inferior izquierda, debajo de la intensidad a la que se inicia prueba (Fig. 11).

Figura 11. Botón de inicio de la prueba.



La duración de la prueba está predeterminada por el equipo, debido a que si estamos estimulando a intensidades muy elevadas, agotaríamos la respuesta del potencial del paciente.

7) ¿Cómo medimos las ondas?

Una vez finalizada la prueba en ambos oídos, con el ratón pinchamos en los puntos que definen la onda obtenida, Base, donde se inicia el click, SP, es el codo de la onda I y AP que es la onda I.

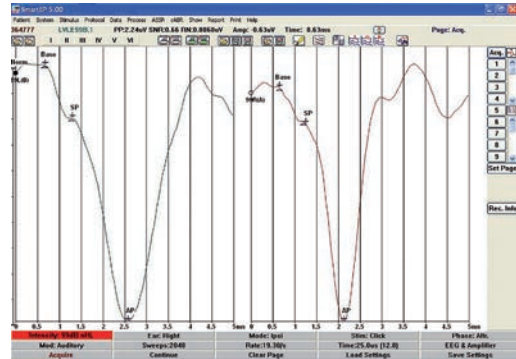
Las marcamos seleccionando botón derecho > Mark Peak > SP, AP, Base según corresponda (Fig. 12).

Figura 12. Cómo nombrar la onda seleccionada.



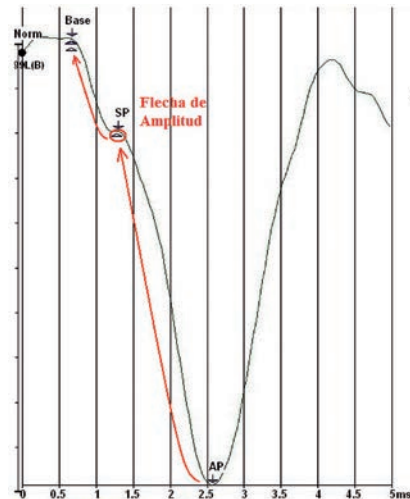
El registro obtenido sería el siguiente (Fig. 13).

Figura 13. Resultado de la prueba para los dos oídos.



- Tras haber marcado cada onda, deberemos medir la amplitud de la onda SP/AP y SP/Base (Fig. 14).
- Para realizar este proceso, el programa de dos flechas, una para marcar los milisegundos a los que aparece la onda y otra para medir la amplitud.
- Desplazamos la flecha de amplitud de SP a Base y de AP a SP, pudiendo así el programa calcular el cociente SP/AP.

Figura 14. Marcado de las ondas.



- Si por algún motivo el dibujo de la electrococcleografía no fuese claro

podemos depositarla en el lateral de la ventana donde se quedará guardada hasta la finalización de la prueba por si quisiésemos recuperarla (Fig. 15).

Figura 15. Carpetas contenedoras temporales.



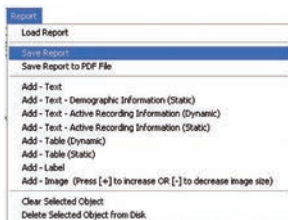
e) Una vez terminada la prueba imprimimos el documento en Print > Print Page (Fig. 16).

Figura 16. Impresión de la prueba.



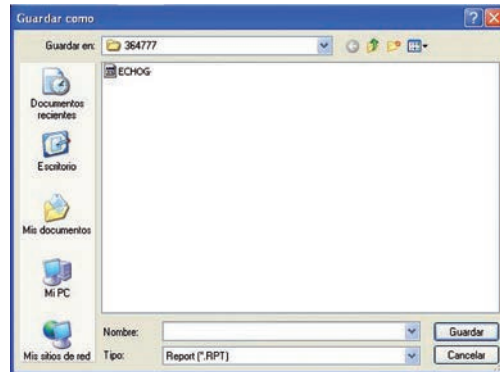
f) Cuando ya hemos impreso la prueba, la guardamos en Report > Save Report (Fig. 17).

Figura 17. Guardar la prueba realizada.



g) Nos aparece una pantalla para depositar el documento guardado (Fig. 18).

Figura 18. Dónde guardar la prueba.



h) La nombraremos como ECHOG la fecha de realización de la prueba en la carpeta de filiación del paciente.

Puntos clave

- Comprobar que el paciente ha cumplido todas las pautas de instrucción de pruebas antes de la realización de las mismas.
- Comprobar que el material a utilizar en las pruebas está en perfectas condiciones.
- No olvidar colocar bien al paciente en cada prueba, el raspado con el gel abrasivo y la gasa deberá ser eficaz para que los electrodos de contacto puedan adherirse a la piel sin dificultad y facilitando la disminución de la impedancia.
- Quitar todo tipo de aparato auditivo.
- Mantener informado al paciente en todo momento del desarrollo de la prueba para no crear desconfianza.
- Guardar cada prueba realizada antes de comenzar otra.

3) Realización de la Prueba

- Comenzamos el análisis pulsando sobre "Evaluación" (Fig. 6).

Figura 6. Pantalla de menú.



- Introducimos el orden de pruebas que vamos a realizar y pulsamos continuar (Fig. 7).

Figura 7. Orden de pruebas a realizar.



- Colocamos el arnés al paciente (Fig. 8).

Figura 8. Colocación del arnés.



- Pasamos las cintas de sujeción del arnés, cruzadas entre las piernas del paciente, para una mejor sujeción en

caso de pérdida de equilibrio, así, la cinta del lado derecho pasará por entre las piernas al lado izquierdo y la del lado izquierdo al derecho del mismo modo (Fig. 9).

Figura 9. Colocación de las cintas del arnés.



- Una vez colocado el arnés, procedemos a subir al paciente descalzo con los patucos estériles a la plataforma y se asegura a las cintas de sujeción para evitar posibles caídas (Fig. 10, 11).

Figura 10. Paciente sujeto por las cintas al posturógrafo.

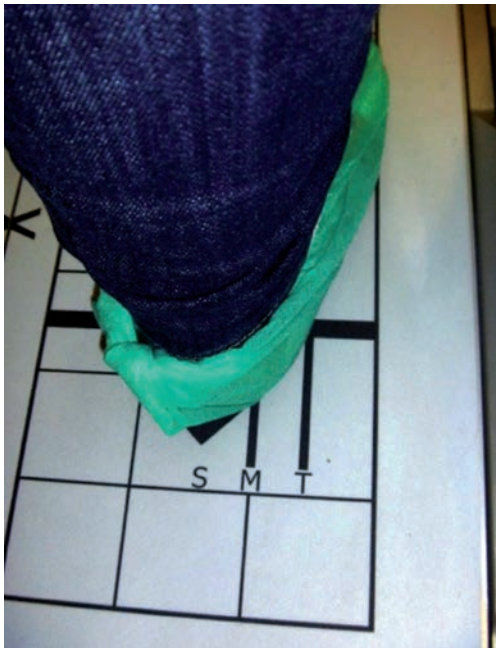


Figura 11. Posición horizontal de los mosquetones.



- Se han de colocar los pies del paciente en la posición correcta alineando el maléolo lateral con la línea azul y el calcáneo lateral con la línea "T" que corresponde a la medida del pie y altura del paciente y pulsamos continuar (Fig. 12).

Figura 12. Posición del pie según la talla.



- Empezaremos el ejercicio con

la primera prueba seleccionada **TEST DE ORGANIZACIÓN SENSORIAL**, en esta prueba consiste en 6 condiciones diferentes basadas en la combinación de plataforma fija o móvil, ojos abiertos o cerrados y entorno visual fijo o referenciado al movimiento del paciente. Se realizan tres intentos para cada una de ellas.

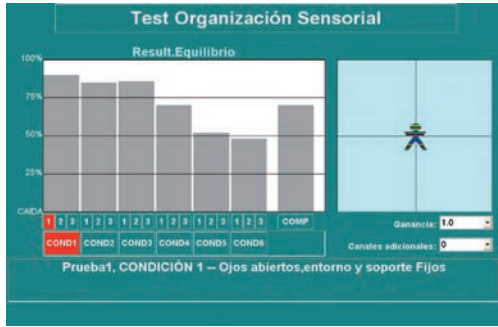
- Si al realizar los tres intentos de cada condición, existe alguno en el cual no alcanza los mínimos de estabilidad establecidos en los patrones de normalidad(área de color gris) la barra aparece en rojo, por lo que debemos valorar la repetición de ese intento (intento discordante entre dos resultados normales).
- Pulsamos en el botón Continuar para comenzar (Fig. 13).

Figura 13. Inicio del test de organización sensorial.



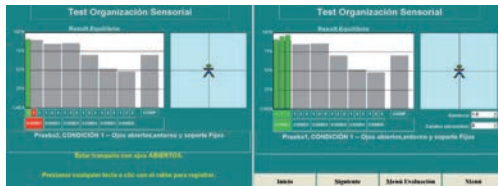
- Y comenzamos la primera prueba seleccionada:
 - Condición 1: ojos abiertos, entorno y soporte fijos, estando el paciente en bipedestación y quieto (Fig. 14).

Figura 14. Inicio de la primera condición.



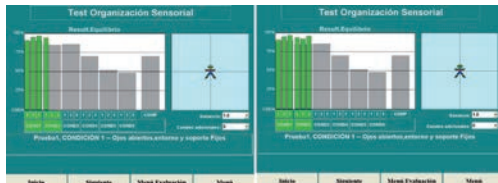
- Según vamos acabando cada condición, nos aparece una barra de color verde con el nivel de porcentaje alcanzado, en el caso de terminarla con éxito (Fig. 15).

Figura 15. Resultado de la primera prueba de la condición 1 (Inicio y final de la primera condición).



- Condición 2: Ojos cerrados y soporte fijo. Esta condición es igual que la condición 1 pero con los ojos cerrados (Fig. 16).

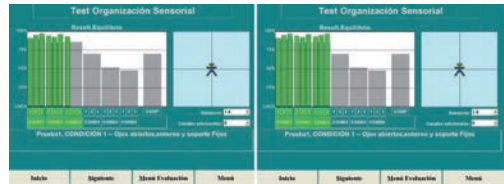
Figura 16. Inicio y final de la segunda condición.



- Condición 3: Ojos abiertos, plataforma fija y entorno móvil. En esta condición el paciente esta-

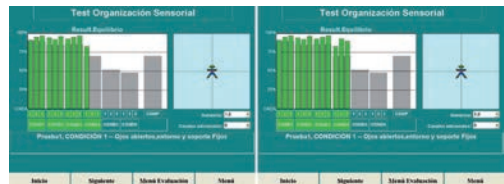
rá en bipedestación con los ojos abiertos y el entorno realizará un movimiento referenciado al desplazamiento del centro de gravedad del paciente (Fig. 17).

Figura 17. Inicio y final de la tercera condición.



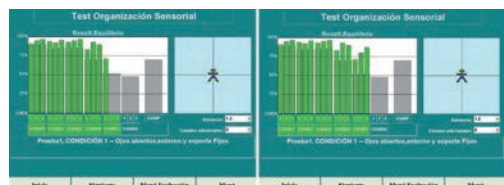
- Condición 4: Ojos abiertos, plataforma móvil y entorno fijo (Fig. 18).

Figura 18. Inicio y final de la cuarta condición.



- Condición 5: Ojos cerrados plataforma móvil. Esta condición es igual que la anterior pero el paciente deberá tener los ojos cerrados y conseguir mantener el equilibrio (Fig. 19).

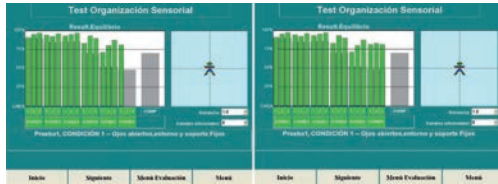
Figura 19. Inicio y final de la quinta condición.



- Condición 6: Ojos abiertos, entorno y soporte referenciados. En esta condición, el paciente en bipedestación deberá mantener el equilibrio mien-

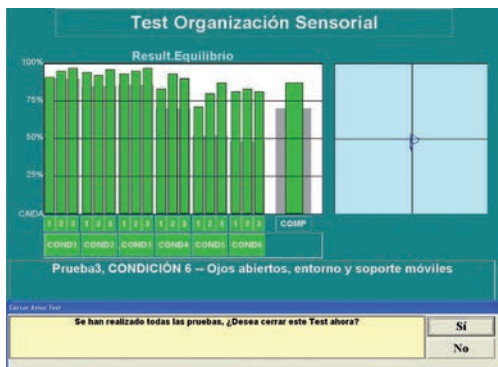
tras el entorno y el soporte están móviles. (Fig. 20)

Figura 20. Inicio y final de la sexta condición.



- Una vez finalizada la prueba obtendremos los resultados en barras de porcentaje de las distintas condiciones y la media de todas las condiciones exploradas o COMPOSITE (Fig. 21).

Figura 21. Fin de la prueba.

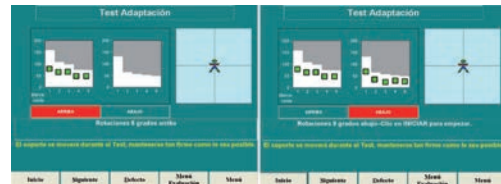


- Continuamos con la siguiente prueba, **TEST DE ADAPTACIÓN**: En este ejercicio el paciente deberá sobreponerse a un movimiento brusco e inesperado, hacia arriba o hacia abajo, de la plataforma sobre la que se encuentra.
 - Movimiento hacia arriba**: Comienza con el paciente sobre la plataforma fija con los brazos junto al cuerpo. De forma brusca el soporte se inclina hacia arriba provocando una tendencia del paciente a caerse

hacia detrás. Posteriormente y de forma progresiva alcanza el nivel de estabilidad. En esta prueba se realizan 5 intentos.

- Movimiento hacia abajo**: Se realiza de forma similar a la anterior, pero en este caso, el movimiento que realiza la plataforma es hacia abajo.
- Al finalizar la gráfica indica los intentos normales, en color verde y dentro del área de normales (Area blanca) y en color rojo los intentos fallidos que aparecerán en el área gris del gráfico o zona patológica. Como vemos en la gráfica en los primeros intentos, en los que el paciente no esta entrenado y puede sorprenderse más fácilmente ante los bruscos e inesperados movimientos el área de normalidad es más amplia. (Fig. 22)

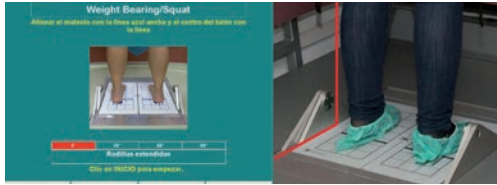
Figura 22. Prueba de Test de Adaptación.



- La siguiente prueba a realizar es la de **WEIGHT BEARING/ SQUAT**: Ésta consiste en la medición de la distribución del peso en 4 posturas diferentes, la primera con el paciente en bipedestación, la segunda flexionando las rodillas a 30°, la tercera a 60° y la cuarta a 90° (Figuras 23, 24, 25 y 26).

- A 0° sobre la vertical:

Figura 23. Inicio de la prueba de Weight Bearing/Squat en 0°.



- A 30° sobre la vertical:

Figura 24. Inicio de la prueba de Weight Bearing/Squat en 30°.

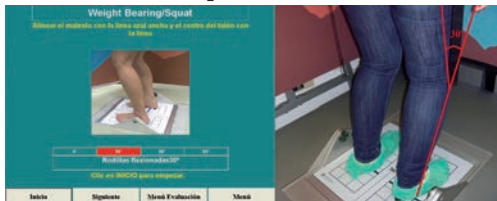
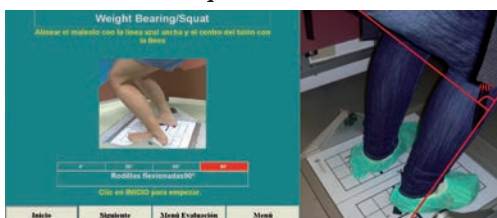


Figura 25. Inicio de la prueba de Weight Bearing/Squat en 60°.



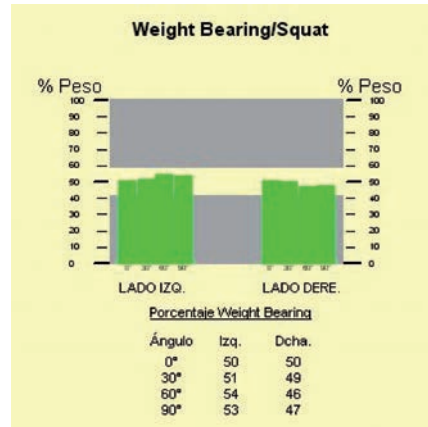
Figura 26. Inicio de la prueba de Weight Bearing/Squat en 90°.



- La Gráfica nos presenta los valores, representados numéricamente y en barras, del peso de la carga del paciente en cada condición,

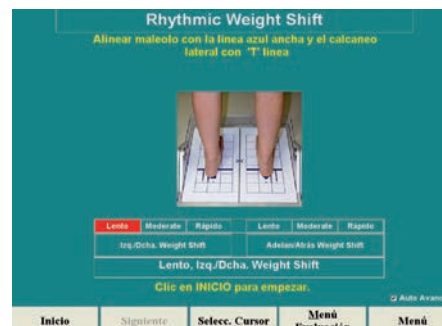
pudiendo valorar la simetría de ambos lados (Fig. 27).

Figura 27. Resultados de la prueba de Weight Bearing/Squat.



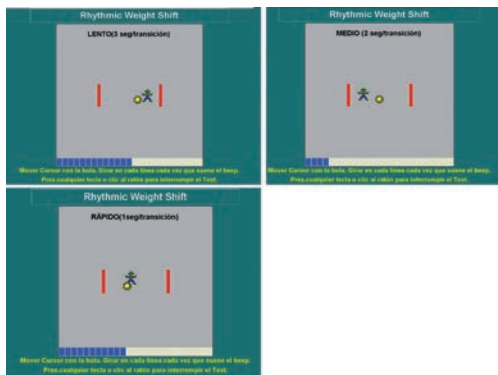
- Continuamos con el **TEST DE BALANCEO O TEST DE CONTROL MOTOR VOLUNTARIO**. Consiste en indicar al paciente que debe realizar un balanceo, siguiendo el plano lateral y anteroposterior a diferentes velocidades. Para ello dispone de un marcador o figura que le indica la velocidad a seguir. Con esta prueba podemos analizar la velocidad de movimiento en cada uno de los ejes y la capacidad de control direccional del paciente (Fig. 28).

Figura 28. Inicio de la prueba de Test de balanceo o test de control motor voluntario.



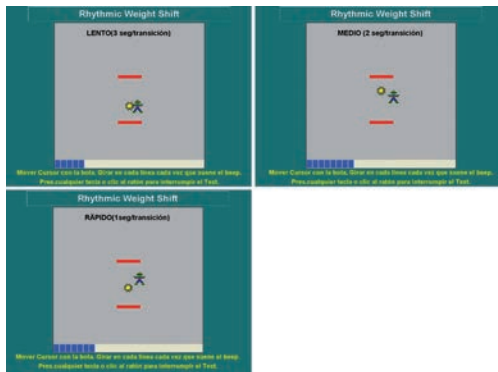
- Iniciamos la prueba instruyendo al paciente para que siga el objetivo a las distintas velocidades, para lo que el programa dispone de un periodo de entrenamiento de la prueba.
- Comenzamos la prueba con el plano lateral a las tres velocidades: Lenta, Moderada y Rápida (Fig 29).

Figura 29. Test de balanceo o test de control motor voluntario en el plano lateral a diferentes velocidades.



- Continuamos con los movimientos en el plano antero-posterior a velocidad lenta, moderada y rápida (Fig. 30).

Figura 30. Test de balanceo o test de control motor voluntario en el plano anteroposterior a diferentes velocidades.



- El último test son los **LÍMITES DE**

ESTABILIDAD: Esta prueba consiste en intentar trasladar el centro de gravedad, desde la posición inicial (reposo) hasta los objetivos marcados alrededor del paciente. Durante el test el paciente recibe un feedback de la situación de su centro de gravedad, así como del objetivo a alcanzar, analizando el software el tiempo que tarda en iniciar el movimiento (tiempo de reacción), la velocidad de movimiento, el punto de excusión final máximo y el control direccional (Fig. 31).

- El programa presenta los objetivos luminosos, que corresponden al cono del 100% de estabilidad, representados alternativamente de forma circular en la pantalla y precedidos de un estímulo acústico, indicativo de que el paciente puede iniciar el movimiento. Cuando alcanza la diana permanece en dentro de ella de la forma mas estable posible, durante el tiempo establecido por el programa. En este momento el paciente vuelve al centro hasta que aparezca el siguiente objetivo, intentando alcanzar secuencialmente todos los puntos del cono de estabilidad (Fig. 32).

Figura 31. Inicio del Test de los límites de estabilidad.



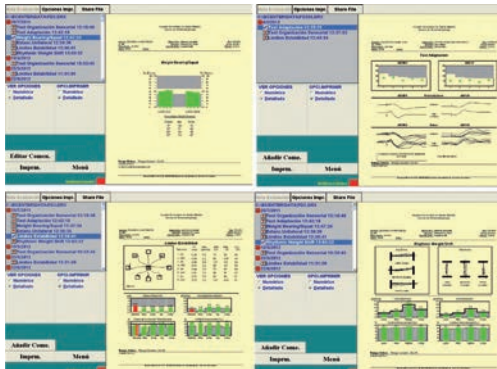
- Una vez instruido el paciente iniciamos la prueba (Inicio) (Fig. 32).

Figura 32. Realización del test de límites de estabilidad.



- Tras finalizar todas las pruebas obtenemos todos los resultados de los ejercicios con los datos que nos indicarán si las pruebas se han realizado con normalidad o entran dentro de algún cuadro patológico.

Figura 33. Resultados obtenidos de los test realizados.



- Guardamos todos los datos para próximas sesiones con el paciente y poder ver su evolución e imprimimos los resultados (Fig. 33).

Puntos clave

- Comprobar que el paciente ha cumplido todas las pautas de instrucción de pruebas antes de la realización de las mismas.
- El paciente no deberá hablar durante la prueba y no se le permitirá ingerir alimentos durante el transcurso de la prueba.
- Comprobar que el material a utilizar en las pruebas está en perfectas condiciones.
- No olvidar colocar bien al paciente en cada prueba, el arnés deberá estar perfectamente abrochado y las cintas bien colocadas y ajustadas.
- Mantener informado al paciente en todo momento del desarrollo de la prueba para no crear desconfianza.
- Guardar cada prueba realizada antes de comenzar otra.

