

# VIDEO-OCULOGRAFÍA

## Exploración y registro de la motilidad ocular

José Perea

No lloves prisa,  
no es preciso que lo entendas esta noche.

Lo importante no es ser el primero,  
sino ser el mejor.



El mundo puede ser cruel  
para un hombre honesto.

Tened el valor de equivocaros.

# SUMARIO

## Video-oculografía. Exploración y registro.

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>3</b>
<b>Antecedentes históricos</b> .....	<b>6</b>
<b>Video-oculografía</b> .....	<b>8</b>
Ventajas de VOG-Perea .....	11
Inconvenientes de VOG-Perea .....	12
Funciones de VOG-Perea .....	12
<b>Protocolo</b> .....	<b>16</b>
Cálculo de distancia interpupilar y Parámetros pupilares .....	18
Posición de reposo fisiológico .....	19
Fijación disociada .....	24
Fijación asociada .....	37
Cover test alternante .....	44
Test de las 4 dioptrías .....	47
Ducciones .....	56
Versiones .....	56
Coordimetría sacádica y de seguimiento .....	61
Vergencias .....	67
<b>Bibliografía</b> .....	<b>72</b>

# INTRODUCCIÓN

---

La exploración del equilibrio óculo-motor, ya sea en su faceta motora como en la sensorial, es práctica sencilla en pacientes normales y colaboradores. Sin embargo, en patología, en adultos no cooperantes, o en niños muy pequeños el estudio cualitativo y cuantitativo del desequilibrio es más laborioso, y a veces imposible, en base a que el componente motor y el sensorial están profundamente intrincados, por lo que al ignorarse el sistema que vincula a ambos complica aun más la situación.

Cuando el equilibrio del binóculo se perturba, determinar y marcar la diferencia entre lo que compete a la parte enferma estrictamente motora y lo relacionado con la sensorialidad es interrogante al que la neurofisiología aun no ha dado solución. Tras un estímulo y en la armonía de la actividad de la visión binocular, que partiendo de los receptores retinianos y pasando por el generador central vuelve a periferia a los efectores tónico-fásicos, si algún agente causal rompe uno de los eslabones de esa cadena será patente la enfermedad, que recaerá sobre múltiples parámetros (motor, sensorial, acomodativo, postural, elementos viscoelásticos etc), cuya influencia es decisiva en los resultados de la pobre, simple y empírica terapéutica que hasta ahora venimos aplicando en el síndrome de estrabismo.

No obstante, bajo el aspecto puramente práctico hemos de diferenciar las pruebas que el médico objetiva (*estudio motor*) y las que son sentimiento del enfermo (*estudio sensorial*).

Desde el punto de vista general, en la exploración ordenada de un posible desequilibrio óculo-motor es preciso conocer los siguientes datos:

**a)** ¿Hay pseudoestrabismo, microestrabismo, o estrabismo?

**b)** Diagnosticado el *síndrome estrábico*, la exploración ha de ser conducida de diferente modo según se trate de heteroforia, heterotropía, parálisis, o síndrome restrictivo. El comportamiento de trabajo, obviamente, ha de ser distinto:

En los consultorios médicos, las pruebas habitualmente utilizadas en la exploración óculo-motora (ver su descripción en mi libro "Estrabismos", 2008) son las siguientes:

## **1. Heteroforias**

\* Cover-test y examen con el cristal de Maddox y prismas (Maddox, 1890).

\* Examen de las vergencias prismáticas con la barra de prismas de Berens, o el prisma rotatorio (Risley, 1889).

## **2. Estrabismos**

\* Test de Hirschberg (1874).

\* Test de Krimsky (1943).

\* Cover-test (unilateral y alternado), sin y con lentes prismáticas para cuantificar el ángulo de desviación (Krimsky, 1948).

\* Sinóptometro (Cüppers, 1970).

\* Estudio de ducciones con foco puntual de luz o test morfológico (Förster, 1862; Helmholtz, 1867; von Graefe, 1870; Landolt, 1916).

\* Estudio de versiones con foco puntual o test morfológico y valoración a "ojo desnudo" de la dinámica ocular e incomitancias de versión y alfabéticas.

\* Estudio de los desequilibrios verticales en posiciones diagnósticas secundarias y terciarias, cuantificándolos en cruces (+, ++, +++).

\* Determinación del punto próximo de convergencia (PPC) mediante vergencias guiadas (Worth, 1905).

\* Test de las 4 dioptrías de Irvine-Jampolsky (1944), comprobando el

micromovimiento a "ojo desnudo", o ayudándose de algún procedimiento de magnificación.

### **3. Parálisis óculo-motoras y síndromes restrictivos**

\* Estudio cualitativo de la diplopía con cristal rojo (Principio de Desmarres, 1854), y cuantitativo mediante

el test de Hess (1909) - Lancaster (1939).

\* Exploración de la torsión: bien mediante estudio subjetivo con la varilla roja de Maddox, u objetivo.

\* Tests de ducciones forzadas (Wolf, 1900 y Scott, 1971).

***! Y poco más ..... !***

SIGLO XXI (AÑO 2015)

Para valorar los desequilibrios óculo-motores en su aspecto motor, las pruebas de exploración de la motilidad ocular utilizadas son:

<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Test de Hirschberg (1874)</li> <li>❖ Test de Krimsky (1943)</li> <li>❖ Cover test y prismas (1948)</li> <li>❖ Sinoptómetro (Cüppers,1970)</li> <li>❖ Cristal de Maddox (1890)</li> <li>❖ Ducciones (Helmholtz, 1867)</li> <li>❖ Test Bielschowsky (1938)</li> <li>❖ Test de Costenbader (1950)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Versiones</li> <li>❖ Torsión (1890)</li> <li>❖ PPC (Worth, 1905)</li> <li>❖ Test de las 4 D (Irvine, 1944)</li> <li>❖ Cristal rojo (1854)</li> <li>❖ Ducciones forzadas (Wolf,1900 y Scott, 1971)</li> <li>❖ Test de Hess-Lancaster (1909)</li> </ul>
--	--

Figura 1. Pruebas de exploración utilizadas habitualmente para estudiar la motilidad ocular.

**Maurice Alain Quéré** en el Coloquio de Nantes, celebrado en Septiembre de 1989, sobre "Los movimientos oculares en práctica corriente" decía: "... *En este último decenio, mientras que en todos los dominios de la Oftalmología se ha asistido a un desarrollo considerable de las exploraciones funcionales, bajo este aspecto la óculo-motricidad ha sido la única que no ha conocido progreso real alguno*".

Pues bien, han pasado 20 años desde que el Profesor de Nantes afirmara esto y seguimos en la misma situación: Mientras todas las especialidades oftalmológicas han seguido creciendo "escandalosamente", la estrabología sigue prácticamente en el mismo nivel tecnológico que se encontraba en dicha reunión francesa.

Cuando el oculista tiene seguridad de que determinado paciente padece

*síndrome estrábico*, tras detectar cualquier tipo de desequilibrio óculo-motor en el transcurso de la exploración practicada, como dato elemental a tener en consideración es el mayor o menor desfase angular de los ejes visuales del enfermo, que puede variar según la distancia del objeto fijado, la dirección de mirada y las condiciones o procedimientos empleados en el estudio motor.

No es suficiente decir que hay estrabismo (positivo o negativo) de tantos grados, con hiperacción de determinado músculo, mostrándolo gráficamente con más o menos cruces en cierta posición concreta. Esto, es decir algo del desequilibrio que padece, pero no suficiente.

La búsqueda de signos del desequilibrio óculo-motor ha de aportar:

1. Angulos de desviación ("ángulo mínimo" y "ángulo máximo"), cuantificando variabilidad y concretando dichas cifras. Todo ello relacionado a parámetros de: distancia, posición de ojos y procedimiento utilizado para su medida.

2. Estudio de la dinámica ocular. La patología cinética es imposible de valorar correctamente si no se dispone de técnica adecuada.

Situados ante el espejo, y, si de modo alterno, nos fijamos reiteradamente en uno y otro ojo, en virtud de la separación que hay entre ellos es obvio que los ojos se están desplazando, detalle que puede apreciar una tercera persona que nos observe. Si embargo, nosotros somos incapaces de percibir el movimiento. Esto es debido al fenómeno que describió **Holtz** en **1903** y que hoy se conoce como "*supresión sacádica*" o "*eclipse visual*", que nos permite estar contemplando un mundo estable, quieto, y sin movimientos desordenados.

Al día se realizan 240.000 sacádicos

lo que significa que en 24 horas durante hora y media vemos absolutamente nada. Esto lo refiero para dar a entender que cuando exploramos la dinámica ocular a un paciente, bien sea con linterna o test morfológico, cada vez que sus globos oculares se desplazan, si queremos ver estos movimientos nuestros ojos también tienen que hacer lo mismo, y en este recorrer se pierde mucha información debido a la referida "*supresión sacádica*" mencionada anteriormente. Además, alteraciones dinámicas muy pequeñas es imposible valorarlas de este modo. Pues bien, en la actualidad el único procedimiento a nuestro alcance para poder captar los pequeños detalles es la video-oculografía asistida por ordenador.

Es obvio que en pacientes de muy corta edad la exploración motora ha de ser básica y muy elemental, sin posibilidad alguna de hacer otra cosa. Es muy cierto que hay niños a los que ni tan siquiera se puede saber la visión que tienen e, incluso, se ha de recurrir a la *maniobra de Costenbader* (cover-test a distancia) para valorar el ángulo de estrabismo, porque no permiten acercarse a ellos.

Podemos decir que a partir del momento en el que el paciente, en posición de sentado, es capaz de apoyar su barbilla en la mentonera y prestar mínima colaboración mirando ciertas figuras proyectadas ante él, tenemos posibilidad de aportar al estudio motor un conjunto de datos de gran interés, que hasta ahora no había sido posible obtener por carecer de medios técnicos. Me refiero a la vídeo-oculografía, que permite valorar en tiempo real estática y dinámica ocular, de forma asociada y disociada, contemplando en el mismo instante movimientos oculares y curva gráfica de los mismos, pudiéndolo registrar y grabar para su posterior estudio con detalle, visualizándolo de modo ampliado. También a cámara lenta, y tantas veces como fuere preciso.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El genial fisiólogo checo, **Jan Evangelista Purkinje (1787-1869)** fue el primer autor que estudió la motilidad ocular. Utilizaba el tacto a través de los ojos cerrados de los pacientes.

Posteriormente, con proceder más científico se utilizaron las “*imágenes consecutivas*” o “*imágenes persistentes*” (*post-imágenes*), que en el siglo XIX llevaron a cabo **Donders, Hering y Helmholtz**. El método era muy sencillo y de gran validez, pero los grandes inconvenientes se encontraban en la fugacidad de las *imágenes consecutivas*, amen de tratarse de una prueba subjetiva sin posibilidad de ser objetivada por el médico, que había de basarse en apreciaciones personales del enfermo.

De esta primitiva forma de ver el desplazamiento de los ojos se pasó a la observación directa de los mismos. Así inició su procedimiento **Emile Javal (1879)**, ayudándose de anteojos que aumentaban la imagen. Ahora bien, había que contentarse con ver sólo el movimiento (de gran dificultad cuando era muy pequeño), pero el gran problema y lo más interesante es que no podía ser registrado gráficamente para objetivarlo. Lo ideal hubiera sido posibilitar su amplificación. Así, un ángulo muy pequeño se traduciría en uno mayor si aumentamos su radio, o sea, la distancia en la que se registre (efecto palanca).

A finales del siglo XIX (**Ahrens, 1891** y **Lamare, 1892**) y principios del XX (**Buys, 1910** y **Ohm, 1914**) aparecen los registros mecánicos y neumáticos, con pronto fracaso debido a imprecisión y a las propias dificultades que añadían al funcionamiento fisiológico de los ojos. Gran avance supuso el desarrollo de la fotografía. **Dodge (1899)** aportó los primeros registros fotográficos de los movimientos oculares.

En fisiología, la posibilidad de registrar variaciones del potencial eléctrico producido por la actividad de los diferentes tejidos, se conoció en los comienzos del

siglo XIX. Seguidamente se comprobó la diferencia de potencial permanente entre la superficie anterior del ojo (positiva) y la capa neuro-epitelial retiniana (negativa), de modo que cada globo ocular sería comparado con un dipolo en el que el extremo positivo estaría en la córnea y el negativo en el fondo orbitario. Este dipolo tendría la facultad de crear potencial eléctrico que se difundiría a través de los tejidos contenidos en la órbita y periorbitarios. A partir de entonces comienza la investigación de los potenciales de reposo corneo-retinianos, cuya utilización sería la base para llegar a medir los movimientos oculares. Así nace la técnica que en la década de los años 50 del Siglo XX se denominó *Electrooculografía (EOG)*.

Los trabajos basados en estos procedimientos eléctricos para la valoración del nistagmo se iniciaron en Alemania por **Schott (1922)**, con proceder muy rudimentario. Mejorados por **Meyers (1929)** y **Jacobson (1930)**, y perfeccionados en 1935 por **Mowrer, Miller y Ruch**.

Francia, Suiza, Inglaterra, Alemania, Estados Unidos e Italia incorporan la técnica electro-oculográfica para el estudio de motilidad ocular, alcanzando desarrollo importante durante los años 50 y 60 del pasado siglo. De este modo se valoraba la motilidad ocular de cada ojo por separado, determinando tiempo de reacción o latencia del movimiento y los parámetros de amplitud, velocidad y aceleración. Se estudiaron los sacádicos, de perseguida y vergencia, si bien casi todos los esfuerzos se destinaron al estudio del nistagmo y nuevamente los otorrinos, los neurólogos y los psicólogos acapararon este tipo de estudio.

En los años 70 del pasado siglo los oftalmólogos se inician en este tema a través de **Scott (1971)**, **Ciancia (1971)**, **Ferrer (1971)**, **Norbis (1973)** y, sobre todo, de **Maurice Alain Quéré (1970)**, quien a mi juicio ha sido, posiblemente, el oftalmólogo que con más intensidad y rigor

trabajó y aportó datos a la cinética ocular con el método electro-oculográfico, enfocado a la estrabología.

En esa misma década **Quéré** dijo: “... es aberrante examinar la estática ocular y no explorar la cinética”. El profesor de Nantes estaba convencido de que en el futuro aparecerían procedimientos más simples al alcance del oftalmólogo que estuviera dispuesto a estudiar la dinámica óculo-motora, imprescindible, sin duda, para determinar y facilitar la comprensión de la motilidad ocular.

La EOG tiene las ventajas de no necesitar inmovilizar la cabeza del enfermo, poder registrar el movimiento de los ojos teniéndolos cerrados y poder estudiarlos en oscuridad.

#### Los inconvenientes más importantes de la EOG son:

\* Necesidad de equipar al paciente con la colocación de electrodos perioculares que permitan recoger las variaciones de potencial vinculadas a los movimientos oculares.

\* Imprecisión.

\* Imposibilidad del estudio en movimientos verticales y oblicuos.

En el año 1989, en el Coloquio de Nantes celebrado los días 21 y 22 de Septiembre, en el que participaron **Quéré, Larmande, Bourron, Spielmann, Lavenant, Pecherau, Sander y Toucas**, quedó determinado qué requisitos había de cumplir el procedimiento ideal de exploración de los movimientos oculares. (Figura 2).

<h2 style="text-align: center;">REQUISITOS EXIGIDOS</h2> <p style="text-align: center;">(Nantes, 1989)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Registro simultáneo de los dos ojos.</li> <li>❖ No precisar inmovilización de cabeza.</li> <li>❖ Porte de corrección óptica.</li> <li>❖ Registro de todo tipo de movimientos.</li> <li>❖ Registro de motilidad en todos los ejes.</li> <li>❖ Ser indoloro y atraumático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Estudio ojos abiertos y oclusión monolateral y bilateral.</li> <li>❖ Registro en tiempo real.</li> <li>❖ Cálculo automático de todos los parámetros motores.</li> <li>❖ Cuantificación angular con valores aceptables.</li> <li>❖ Conservación para su posterior estudio de los documentos objetivos: vídeo y gráficos.</li> </ul>

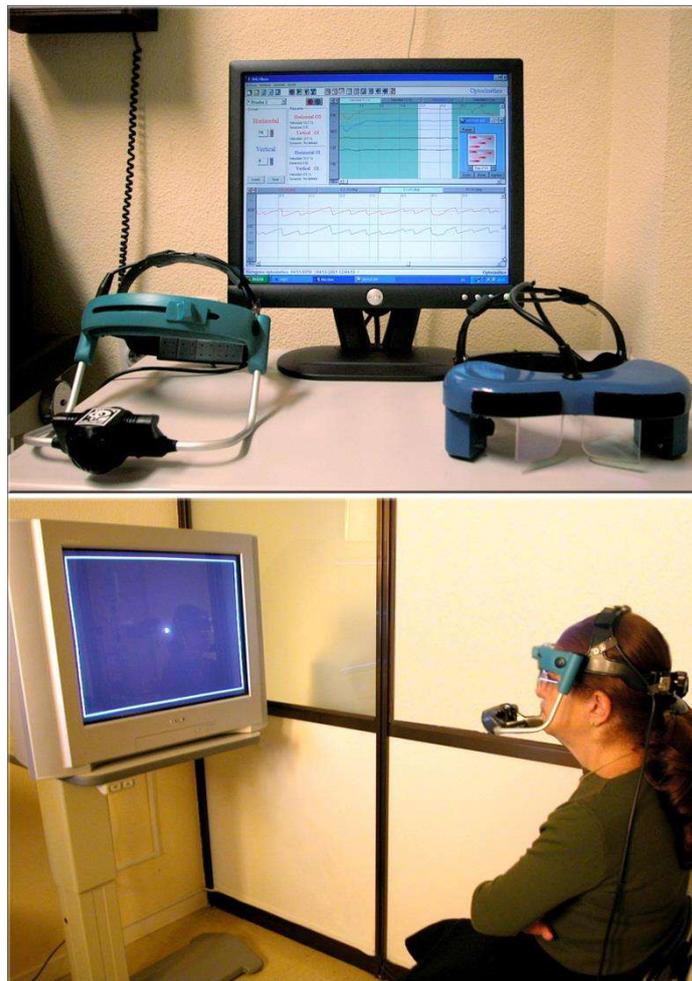
Figura 2. El equipo **VOG-Perea** reúne todas las exigencias solicitadas en el Coloquio de Nantes de 1989, exceptuando una: Precisa que el paciente colabore para poder llevar a cabo el protocolo completo de Pruebas estáticas y dinámicas. Si el paciente no coopera, el estudio a realizar será parcial.

## VIDEO-OCULOGRAFÍA

Cuando comenzamos a explorar la cinética ocular, el registro gráfico de la motilidad únicamente había sido posible llevar a cabo mediante procedimientos relativamente sofisticados y bastante dificultosos de realizar (su uso exclusivo era con fines de investigación). En aquel momento, la video-oculografía estaba siendo utilizada exclusivamente para estudio del nistagmo (video-

nistagmografía) y, esencialmente, por especialistas del aparato auditivo.

En el año **2003** iniciamos nuestros trabajos con un prototipo (Figura 3) cuyo destino era desarrollar un dispositivo de monitorización del movimiento ocular. Los primeros resultados clínicos fueron descritos en la primera edición del libro "Estrabismos" que publiqué en el año **2006**.



*Figura 3.* Diferentes Prototipos utilizados desde el año 2003. Primero fue la máscara "Vogue", 2003 (color azul) y, posteriormente, la máscara "Visio", 2004 (color verde). – SYNAPSYS–.

La culminación de estos trabajos fue el equipo VOG-Perea (Figura 4), realizado por la Empresa francesa "SYNAPSIS", con la que he colaborado dirigiendo el proyecto en su aspecto

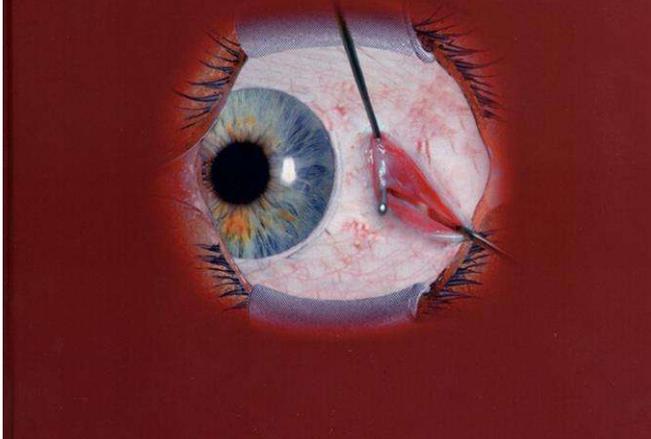
médico-científico y de aplicación a la especialidad de Oftalmología. Los primeros resultados fueron expuestos en la segunda edición de mi libro "Estrabismos" (2008).



Figura 4. Equipo VOG Perea.

# ESTRABISMOS

JOSE PEREA



Publicado en el año 2006

# ESTRABISMOS

JOSE PEREA



SEGUNDA EDICION

Publicado en el año 2008

**Vog Perea** es, exclusivamente, medio para exploración de la motilidad ocular e investigación. Tiene por objeto el estudio de la estática ocular, del equilibrio recíproco bi-ocular y de todos los movimientos de rotación de los ojos, con posibilidad de ser registrados gráficamente en tiempo real y medidos con extraordinaria exactitud. Terminado el estudio, hay posibilidad de visualizar simultáneamente, tantas veces como se quiera y a la velocidad que se desee (hasta cuatro centésimas de segundo), el movimiento de los ojos y el progreso de la gráfica resultante, permitiendo ir comparando ambos parámetros. Concluida la prueba, el Equipo ofrece al explorador Diagramas y Cuadros de resultados.

El equipo consta de apoyo frontal y mentonera. Sobre ellos se sitúa al paciente de igual modo a como se practican las exploraciones en la mayoría de los aparatos utilizados en Oftalmología. La mirada del individuo (al no portar máscara alguna) queda completamente despejada lateralmente, con campo de visión superior a  $60^\circ$  y en todas las direcciones.

**VOG-Perea** presenta un amplio cristal dicróico colocado frente a los ojos del paciente y orientado a  $45^\circ$ , permitiendo la reflexión total de la radiación impermeable al cristal. Es transparente para el enfermo y para el explorador, lo que permite a aquél visualizar perfectamente los estímulos que se le presentan y con excepcional amplitud campimétrica y, al mismo tiempo, son vistos sus ojos por el médico explorador con perfecta nitidez. Por la cualidad física del cristal (dicróismo), posibilita que la cámara de alta resolución situada en el pie del aparato pueda filmar los dos ojos simultáneamente en el límite del infrarrojo (870 nm). Para asegurar esta iluminación, dos LED infrarrojos están situados bajo la mirada de cada globo ocular. La posición de iluminación está especialmente calculada para permitir portar gafas durante el examen sin generar reflejos perturbadores. Para poder comprobar la **ley de Equivalencia motora** de **Quééré**, un

accesorio (filtro rojo) permite simular la oclusión en base al efecto fisiológico de colores complementarios.

La pantalla, sobre la que se desplazan los estímulos visuales, es colocada frente al paciente a distancia de 1m a 1,5 m (ajustando los parámetros de distancia). La estimulación es generada por video-proyección. El ángulo total de estimulación obtenido es de  $60^\circ$  en horizontal,  $40^\circ$  en vertical y  $60^\circ$  en oblicuo ( $45^\circ$  y  $135^\circ$ ). Esta proyección, conducida por ordenador puede ser configurada según las necesidades del examen y del enfermo: test cuadrado, redondo, o de figuras, estática, o dinámica (sacadas, perseguida, optocinético), vergencias, nistagmo etc.

La alta resolución de la cámara utilizada aporta, tras calibración, precisión de medida del orden de  $0,5^\circ$  para las comprendidas entre  $\pm 20^\circ$ . La extensión posible de medidas es  $\pm 30^\circ$  en horizontal y en oblicuo, y de  $\pm 20^\circ$  en vertical. La frecuencia de aquellas es de 25Hz por defecto para los dos ojos, que es suficiente para la utilización corriente en Oftalmología. Pero puede regularse hasta 100 Hz para utilización más neurológica.

Este equipo está orientado para uso en Oftalmología. Concebido de modo sencillo para examen, con protocolo adecuado al proceder clásico. Permite efectuar con gran exactitud captura y registro gráfico de la posición estática y del equilibrio recíproco de los ojos en la órbita, así como del movimiento (exploración cinética), precisando morfología, amplitud, velocidad y latencia. De este modo, cuantificamos ángulos de desviación en todas las posiciones y conocemos si la dinámica ocular es normal o anárquica, si la amplitud motriz se encuentra dentro de valores fisiológicos o está disminuida, o, incluso, anulada, y valoramos su velocidad. El registro gráfico de la exploración es fundamental para el correcto diagnóstico, porque posibilita estudiar con detalle el proceso, seleccionar el tratamiento adecuado, seguir la evolución de la enfermedad comprobando si la praxis es

efectiva, y analizar el resultado terapéutico.

Como se pueden estudiar los movimientos que efectúan los globos oculares alrededor de los distintos ejes de rotación contenidos en el *Plano de Listing*, es posible determinar la capacidad de todos los músculos que animan los ojos, posibilitando comprobar si hay limitación funcional de alguno de ellos, dato de gran interés para elegir el o los músculos a intervenir, y saber si los desplazamientos bi-oculares son correctos. Repito: este método de estudio tiene la ventaja de poder hacer la valoración cinética no solo de movimientos horizontales sino también de verticales y oblicuos, cosa no factible con electro-oculografía. Además, al registrar gráficamente el resultado y grabarlo en video, permite mejor el estudio, control y seguimiento de la enfermedad.

En clínica corriente, cuando hablamos de exploración del equilibrio óculo-motor, nos referimos a determinadas posiciones: *primaria de mirada* y *diagnósticas*. Por otra parte, el examen de motilidad que hasta ahora se ha venido utilizando es el estudio de las ducciones, versiones y vergencias, ayudándonos con frecuencia de la luz puntual de la linterna o de un pequeño test morfológico, haciendo que el paciente lo fije y siga cuando el médico lo desplaza en determinadas direcciones. Si el desequilibrio es importante, los estudios de motilidad efectuados de este modo pueden ser suficientes para llegar al diagnóstico. Ahora bien, el defecto pequeño, en base a la neutralización sacádica, es difícil detectarlo de este modo. Se necesitan determinaciones más precisas mediante video-oculografía, con posibilidad de registro, que permite captar pequeños ángulos y movimientos que se escapan en el estudio realizado a "ojo desnudo".

### VENTAJAS DE VOG-PEREA

1. Sencillez del aparato en su manejo.
2. No utilizar máscara alguna, que conllevaba inconvenientes de peso, campo visual restringido, imprecisión por los posibles movimientos de cabeza, no permitir que el paciente lleve la gafa, vinculación con cables al ordenador etc.
3. Rapidez de calibración, con posibilidad de trabajar sin ella. Una vez realizada la calibración, el paciente puede descansar en cualquier momento del examen, incluso levantarse y separarse del aparato sin alterar el resultado al reiniciar la prueba.
4. Búsqueda rápida del "zéro motor" de cada ojo al comienzo y en cualquier momento de la prueba.
5. Aptitud para portar gafas sin reflejos perturbadores.
6. Registro simultáneo de los dos ojos.
7. Registro bajo oclusión de ambos ojos.
8. Registro bajo oclusión monolateral (utilizando colores complementarios).
9. Poder determinar si hay estricto cumplimiento de la *Ley de Hering* y de la *ley de Equivalencia motora de Quére* en los movimientos de versión, permitiendo valorar: amplitud, velocidad, precisión y latencia.
10. Cuantificación con precisión extraordinaria del defecto angular estático e incoherencias.
11. Método de registro en tiempo real, con posibilidad de estar viendo los ojos del enfermo directamente y en el monitor, junto al gráfico resultante, con opción a grabar la prueba.
12. Vídeo-grabador y playback sincronizados con los gráficos.
13. Pantalla de Curvas de Oculografía y Pupilografía, marcando posición y velocidad del centro pupilar, así

como diámetro y superficie pupilares.

**14.** Presentación de resultados en tablas y diagramas.

**15.** Espacio para poder situarse delante del enfermo y estudiarlo en las condiciones en las que hasta ahora hemos venido haciendo, pero con la ventaja de registrar y grabar los movimientos habidos.

**16.** Interfaz intuitiva y adaptada a la práctica clínica usual del oftalmólogo.

### **INCONVENIENTES**

**1.** Extraordinaria precisión. Esto que debería ser ventaja, y de hecho lo es en pacientes colaboradores, paradójicamente se torna en inconveniente precisando exigir mayor coparticipación y complicidad al enfermo, evitando movimientos cefálicos que alteren el "zéro motor", previamente determinado.

La video-oculografía refleja con gran precisión el movimiento bi-ocular. Significa que si el paciente colabora bien, marcando perfectamente los tiempos que el estímulo le va indicando, el resultado obtenido es muy bueno (Figura 6). Obviamente, las indecisiones, los adelantamientos, los retrasos, los movimientos anormales, la falta de quietud de la cabeza etc. también lo registra con extraordinaria exactitud, pero introduciendo artefactos y gráficas distantes de la normalidad, que hay que saber interpretar y corregir con los marcadores que lleva el Equipo, y, a veces, obliga a repetir la prueba.

**2.** Necesidad de personal competente y bien formado para hacer el estudio. El explorador ha de conocer muy bien el programa, las pruebas motoras que realiza, y la finalidad que se persigue en la exploración para poder sacar partido a todo lo que ofrece el video-oculógrafo.

### **FUNCIONES DE VOG-PEREA**

**1. Cálculo de la distancia interpupilar, con aportación simultánea de diámetros y áreas pupilares.**

Así mismo, en el curso de los diferentes estudios, de modo automático y en tiempo real puede determinarse el diámetro y la superficie pupilar en cada instante de cualquiera de las pruebas motoras efectuadas.

**2. Exploración de Pruebas Estáticas.**

Se estudian las posiciones de los centros de ambas pupilas fijando el paciente un estímulo sin movimiento en posición primaria de mirada y posiciones secundarias. Así se puede determinar las diferentes posiciones (en grados y dioptrías prismáticas) de cada ojo con relación a su propio "zéro motor", y las de ambos ojos entre sí (*equilibrio recíproco*). De este modo, hay capacidad para valorar incomitancias de versión, incomitancias de fijación y síndromes alfabéticos.

Los tests que el Equipo porta en protocolo son:

\* Sin fijación (*posición fisiológica de reposo o prueba estática de Lancaster*).

\* Fijación disociada OD (cover unilateral).

\* Fijación disociada O I (cover unilateral).

\* Fijación asociada 0 grados, Horizontal +30 grados y -30 grados, Vertical +20 grados y -20 grados.

\* Fijación asociada fijando OD.

\* Fijación asociada fijando O I.

\* Cover test alternante.

\* Test de Irvine-Jampolsky OD y OI.

\* Estudio del nistagmo OD y OI: ambos ojos descubiertos, OD descubierta y OI ocluida, OI descubierta y OD ocluida. La valoración se puede hacer a 0°, Horizontal de +15° +30° y -15° -30° y Vertical de +20° y

-20°.

\* Vergencia simétrica de refijación: ambos ojos descubiertos; OD descubierto y OI ocluido; OI descubierto y OD ocluido.

\* Vergencia mantenida (el tiempo que deseemos tener).

### 3. Exploración cinética.

Analiza las posiciones de los centros pupilares mientras el paciente sigue el estímulo en movimiento. El Equipo muestra en su protocolo: Ducciones, Versiones sacádicas y perseguida (ambas en horizontal, vertical y en cualquiera de los ángulos intermedios; con ambos ojos abiertos o con un ojo ocluido); Nistagmo optocinético y Coordimetrías (sacádica y de seguimiento; con ambos ojos descubiertos y OD u OI ocluido).

### 4. Curvas y Resultados.

Al terminar la prueba, en el Oculógrafo situado en la Interfaz quedan registradas las curvas. Indican: posición de los ojos, velocidad, posición del estímulo y correspondencia motora.

Además, en función del test seleccionado, se pueden visualizar automáticamente uno o varios de los siguientes resultados:

\* Cuadro de Desviación disociada.

Marca el desfase angular de cada ojo con relación a su particular "zéro motor".

\* Cuadro de Equilibrio bi-ocular.

Mide el valor angular que hay entre ambos ojos de frente (0°), 30° a la derecha, 30° a la izquierda, 20° arriba y 20° abajo.

\* Diagrama de desviación.

\* Cuadro de Nistagmo.

Refleja la frecuencia en Hz para cada una de las posiciones del estímulo programado.

\* Diagrama de Nistagmo.

Permite visualizar la frecuencia de los nistagmos en función de la posición del estímulo y de la fase visual.

\* Diagrama Coordimétrico.

Similar al de la pantalla de Lancaster, pero con la ventaja de no

precisar que el paciente tenga correspondencia retiniana normal.

\* Cuadro de Nistagmo optocinético.

Permite fijar la frecuencia del nistagmo en cada ojo para cada fase visual y para cada fase de estimulación visual optocinética.

\* Velocidad máxima/Amplitud.

\* Límites óculo-motores.

\* Cuadro de Vergencia.

Muestra la diferencia angular de cada ojo entre la fijación establecida a 1 m (estímulo central fijo) y un test morfológico situado en la línea media a 15 cm de distancia. También determinamos la velocidad de cada ojo en dicho movimiento.

\* Diagrama de Vergencia.

Cuadro anterior expresado de forma gráfica.

\* Velocidad del movimiento de vergencia.

Para realizar este estudio de modo correcto, es exigible que el enfermo colabore (al igual que en gran parte de las pruebas que se practican en otras ramas de la Oftalmología). El personal sanitario que explora, debe tener buena preparación, conocer el programa y tener la paciencia que siempre se ha exigido al profesional de la ortóptica en pruebas donde la participación y complicidad del enfermo es necesaria.

El estudio hay que hacerlo binocular y monocular (fijando uno y otro ojo).

Antes de comenzar se informa al paciente de la prueba a realizar, sabiendo que es preciso entrenamiento previo para recoger información correcta (Figura 5-a y 5-b). Es posible que haga falta no considerar la primera exploración, como ocurre en otras pruebas oftalmológicas, como por ejemplo la campimetría. El estudio no debe prolongarse excesivamente para no fatigar al paciente. Se descansa cuando se estime oportuno, sabiendo que no hay que repetir la

calibración sino solo el “zéro motor”. El explorador ha de tener conocimiento de las gráficas normales en cuanto a morfología y aspecto cuantitativo,

seleccionando aquellas que interesen por su realización en condiciones adecuadas. Y repetir las pruebas tantas veces como fuere preciso.

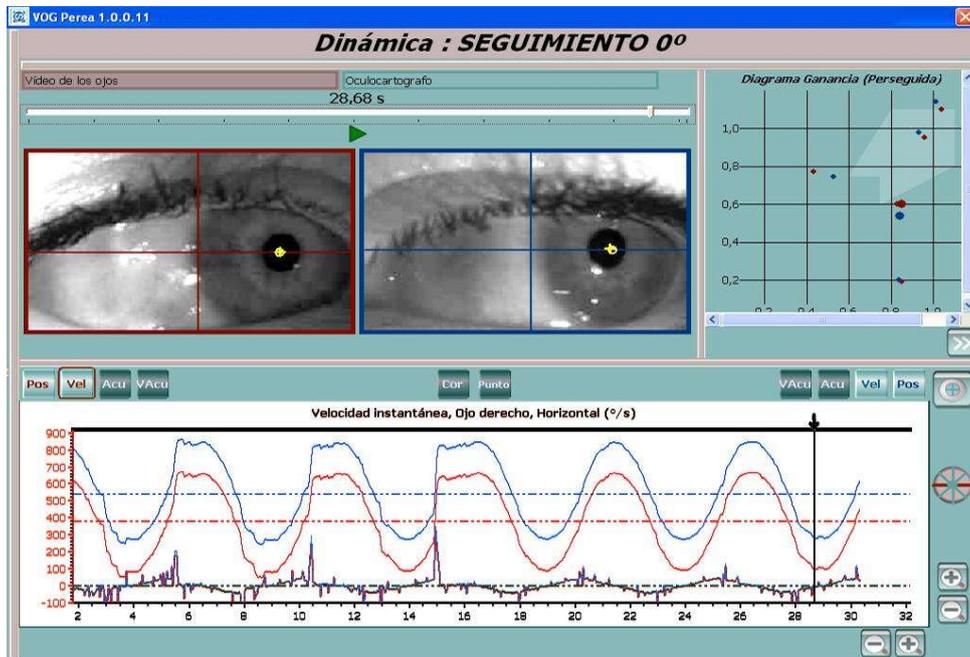


Figura 5-a. El entrenamiento es fundamental para dar carta de credibilidad al resultado obtenido, como ocurre en muchas otras pruebas de exploración oftalmológica. En el movimiento de seguimiento de la figura adjunta se aprecia la anarquía de las tres primeras curvas y la normalización de las dos últimas, una vez que el paciente va adquiriendo experiencia en lo que se le pide. No obstante, en todos los desplazamientos, aun en los anárquicos referidos, se ve que la correspondencia motora o sinergia bi-ocular es normal (*Ley de Hering*).

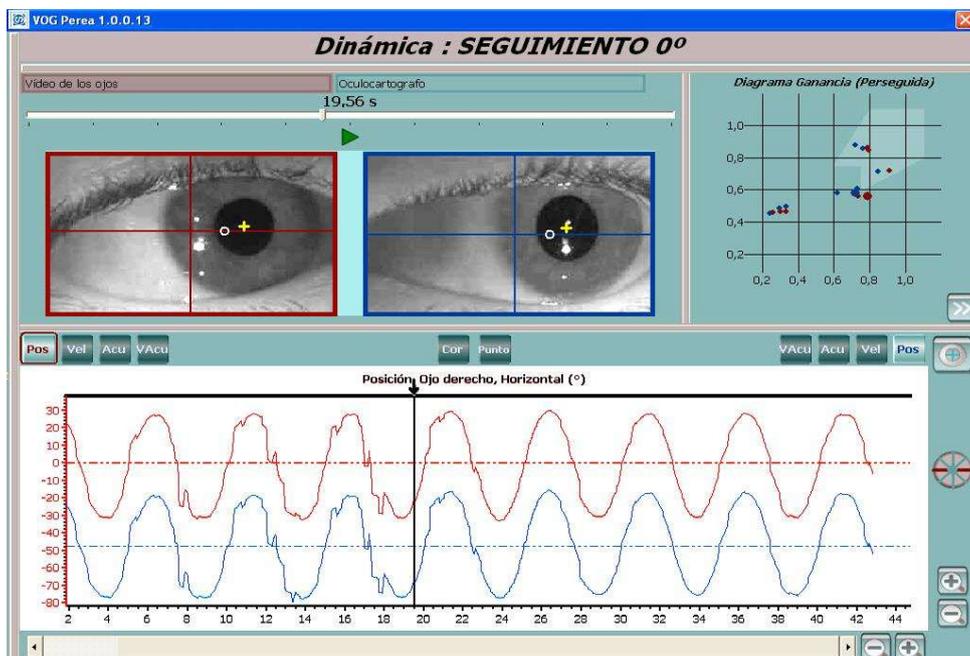


Figura 5-b. Otro caso que muestra la importancia del aprendizaje en el resultado de la prueba. Véase cómo mejora la gráfica a partir del quinto movimiento.

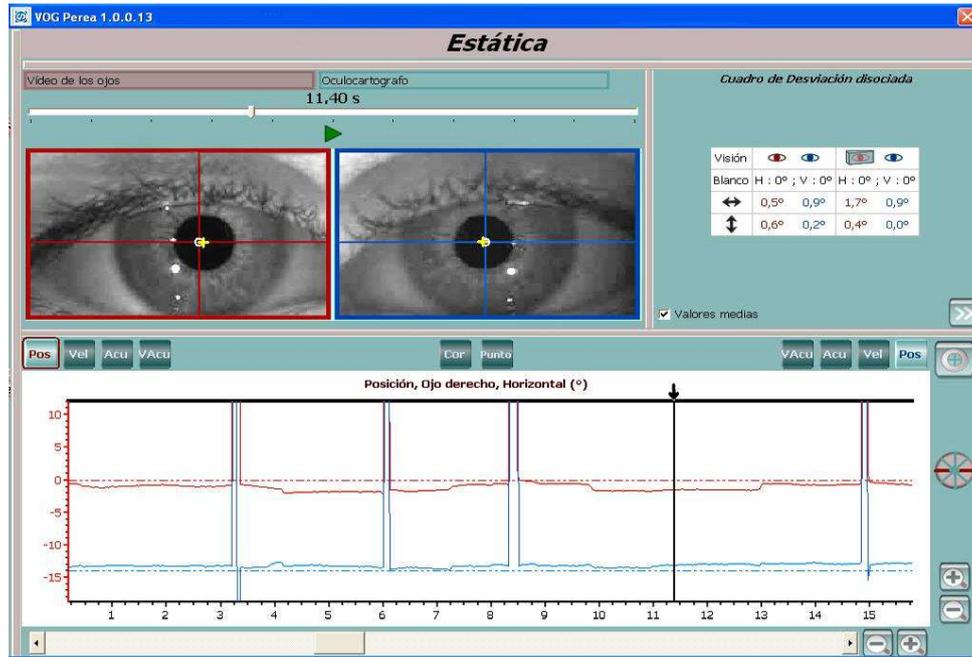


Figura 6. Ejemplo de precisión. Representa la posibilidad de detectar 1 grado. Las variaciones de la gráfica del OD (en rojo) corresponden a la anteposición a este ojo de un prisma de 2D.

# PROTOCOLO

---

**1.** El estudio motor practicado con el video-oculógrafo se debe realizar después de la revisión oftalmológica general. El conocimiento previo del estado físico del paciente es fundamental. Seguidamente, cito los datos que introducimos en la ficha en el apartado de observaciones inherentes al Equipo.

- \* Edad
- \* Refracción
- \* Agudeza visual con y sin corrección.
- \* Sensibilidad al contraste.
- \* Agudeza estereoscópica (usualmente Lang, Randot-test y Frisby).
- \* Patología oftalmológica.
- \* Antecedentes generales y oculares y medicaciones tomadas anteriormente o en la actualidad.

**2.** Con paciente colaborador hacemos calibración (visual o geométrica). Siempre que nos es posible realizamos calibración visual, que es la que aporta resultados más perfectos. Cuando sospechamos que no va a haber cumplimiento de la Ley de Equivalencia motora nos gusta, por su rápida ejecución y por ser prueba objetiva, la *calibración geométrica*, que suele ser suficiente en

base a que el error estimado en ella es bajo (error de precisión del 10%). No calibramos si el sujeto colabora mal, apoyándonos en la *calibración estadística* que incluye el Equipo (error de precisión del 20%).

No es preciso repetir la calibración aunque haya que suspender la prueba momentáneamente. El enfermo puede descansar e, incluso, levantarse del aparato, del tal modo que la exploración puede reanudarse tiempo después. Aspecto muy importante con relación al factor fatiga.

**3.** A continuación, tomamos la referencia aislada del “*zéro motor*” de cada ojo. Junto con la calibración, es el dato más importante previo al examen, pues a partir de esta posición se computa cualquier tipo de desviación posterior.

El “*zéro motor*” es parámetro muy sensible. Cualquier movimiento cefálico del enfermo, por ejemplo el que se produce al hablar, lo altera. Por ello, toda vez que se ha determinado, solicitaremos silencio y máxima quietud.

Cada prueba que se haga a lo largo del examen debe ir precedida siempre de la repetición del “*zéro motor*”.

En la exploración motora del síndrome de estrabismo, lo importante es:

“Valorar el equilibrio bi-ocular en las situaciones estáticas y cinéticas que habitualmente utiliza el individuo”.

Para conseguirlo hay que tener en cuenta lo siguiente:

1. Salvo en raras ocasiones, el paciente siempre se encuentra en estado de *Fijación asociada* (fijación manteniendo ambos ojos abiertos).

2. La *Fijación asociada* la ejecuta unas veces bajo forma de *Fijación asociada atenta* y, la mayoría, en *fijación asociada desatenta*, o sea, *sin fijación*. Cuando caminamos, por ejemplo, o cuando pensamos, no fijamos con la fóvea en muchos momentos. Vivimos mucho más tiempo relacionándonos con nuestro entorno con la periferia retiniana que con la fóvea. Con la fóvea lo hacemos cuando prestamos atención a determinada cosa que nos interesa.

3. De los movimientos que hacemos para ver en nuestra vida de relación normal, los que más nos interesan son los *sacádicos*, los de *vergencia*, los *mixtos (sacádico-vergenciales)*, los de *mantenimiento de la fijación* y los *compensatorios (vestíbulo-oculares y nistagmo optocinético)*. Todos ellos realizados en *fijación asociada*. Sin embargo, el *movimiento de seguimiento* habitualmente no es utilizado, es algo artificial, como lo es la *fijación disociada*, pues para ver no nos tapamos un ojo, salvo cuando queremos hacer “puntería” en razón de que el *eje de proyección* verdadero es el que aporta un solo ojo, porque la proyección o exteriorización en binocularidad está falseada al ser transmitida por un ojo teórico inexistente, que es el *ojo doble de Hering (ojo cíclope)*, el cual está asociando, en correspondencia de identidad, las retinas de los dos ojos.

4. El estudio del *movimiento de perseguida* es importante a título complementario para estudiar la correspondencia motora con el fin de sacar consecuencias en incomitancias de versión, incomitancias de fijación, y paresias oculares.

5. La *fijación disociada* tiene interés para conocer lo que ocurre en procesos que se manifiestan en esta situación: heteroforias, desviaciones oculares disociadas y nistagmos latentes.

## PRUEBAS PROTOCOLIZADAS EN VOG-PEREA

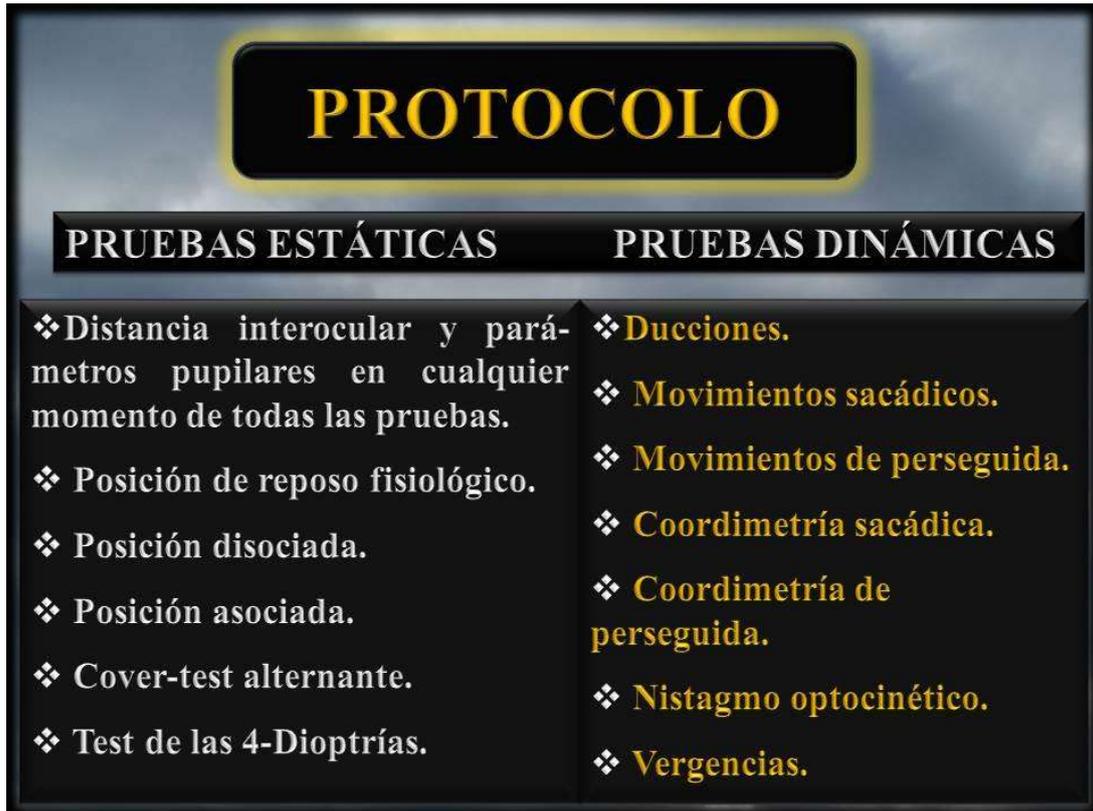


Figura 7. Relación de pruebas estáticas y dinámicas establecidas en protocolo.

### 1. CALCULO INMEDIATO DE DISTANCIA INTERPUPILAR CON PARÁMETROS PUPILARES DE DIÁMETRO Y SUPERFICIE.

Estos datos son tomados, sistemáticamente, al iniciar la exploración (Figura 8-a). Además, a lo largo del

desarrollo de cualquier prueba que figura en el Protocolo, podemos saber, en todo momento y en tiempo real, el valor exacto del diámetro y superficie de ambas pupilas, relacionándolo con el concreto movimiento que en ese preciso instante estén haciendo los ojos. (Figura 8-b).

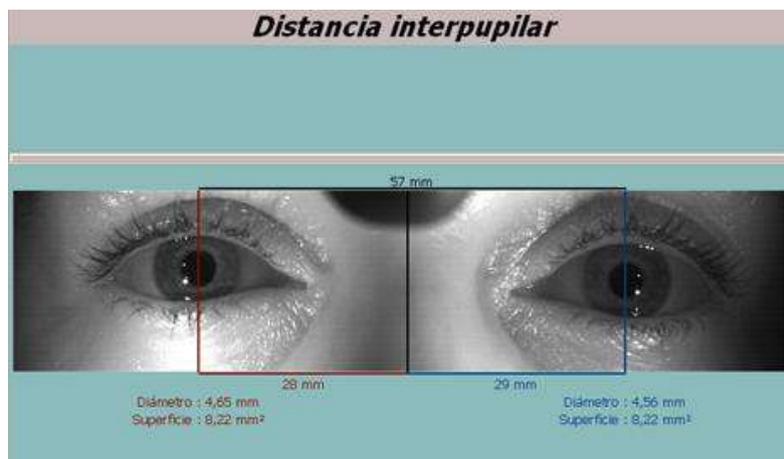


Figura 8-a. Parámetros pupilares.

Distancia interocular, distancia nasopupilar, diámetros y superficies de ambas pupilas.

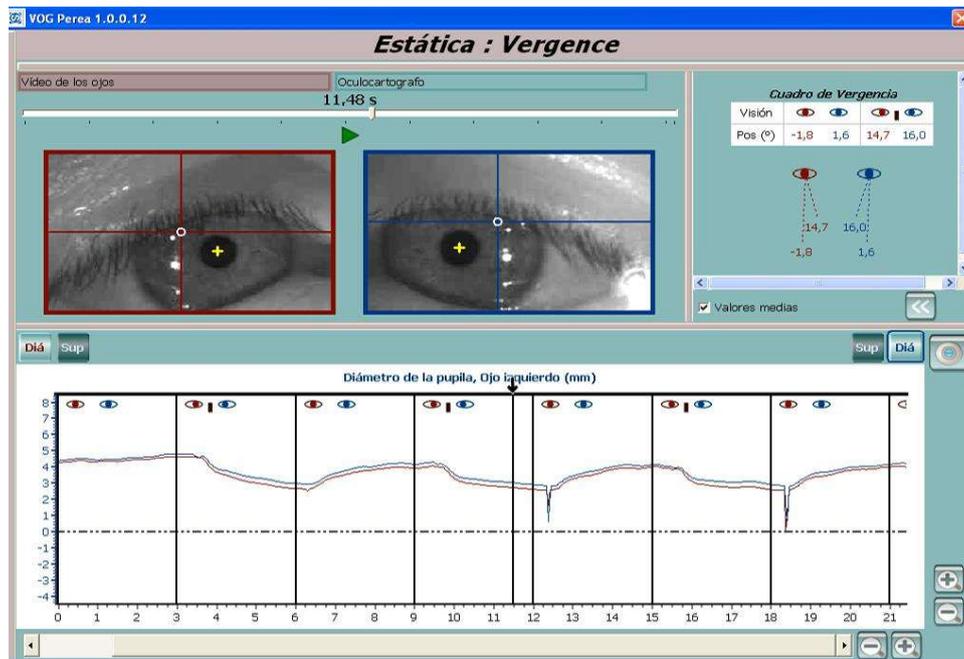


Figura 8-b. Representa un momento de la prueba de vergencia en el que hemos decidido determinar los diámetros pupilares. Si se precisara, también pueden comprobarse las superficies. En este instante (11,48s) de máxima convergencia, se aprecia claramente en el Oculógrafo la disminución del diámetro pupilar en ambos ojos, en virtud de la sincinesia que hay entre convergencia y miosis. También, la pequeñísima anisocoria (ligeramente más dilatada la pupila del OI), visible en el Oculoscopio y en el Oculógrafo.

## 2. POSICIÓN DE REPOSO FISIOLÓGICO (POSICIÓN SIN FIJACIÓN)

Es la primera valoración a hacer en el síndrome estrábico. Analiza la posición que adoptan los ojos cuando están influidos, únicamente, por las propiedades viscoelásticas de elementos anatómicos (estructuras intraorbitarias) ligados al aparato suspensor de ojo, y por el tono muscular ("*tono oculogiro*" de **Maurice Quééré**). Esta posición se consigue, bien ocluyendo los dos ojos con pantallas translúcidas (**Annette Spielmann**), bien sometiendo al paciente a situación de oscuridad (**Jean Bernard Weiss**).

Tapando ambos ojos, la cámara de video detecta sus comportamientos al perder la fijación y pasar al estado posicional de *vergencia tónica* (*posición estática de Lancaster*) (Figura 9-a, 9-b, 10-a, 10-b, 11-a, 11-b y 12-a y 12-b). En esta situación, los ojos sólo están influidos por estímulos luminosos retinianos sin estructura, en la que el individuo no precisa esforzarse para ver configuración alguna. De este modo, se hace el análisis

sin estimulación retiniana que conlleve fijación bi-ocular (acomodación, fusión, vergencia proximal etc). Es la situación menos inervacional, si exceptuamos la posición anatómica de reposo absoluto, que puede intentarse determinar bajo narcosis profunda.

En la oclusión bi-ocular la cámara del video-oculógrafo capta el movimiento de los ojos, y registra gráficamente la posición en que quedan, apreciándose todo el proceso en pantalla (Oculoscopio) con mucha más nitidez que como se ve a través de los cristales translúcidos de **Emile Javal**, que fueron difundidos en la exploración de la motilidad ocular por **Annette Spielmann**.

\* Si bajo oclusión bilateral la desviación desaparece, el estrabismo no es anatómico ni tónico, sino que estará condicionado por la acomodación o por la fijación.

\* Si bajo oclusión bilateral la desviación se mantiene, el estrabismo es anatómico o tónico. La anestesia general

profunda confirmará el diagnóstico diferencial entre estos dos tipos.

\* Si bajo oclusión bilateral la desviación disminuye, puede tratarse de un

estrabismo acomodativo parcial o de un caso en el que se asocian los componentes anatómico y tónico.

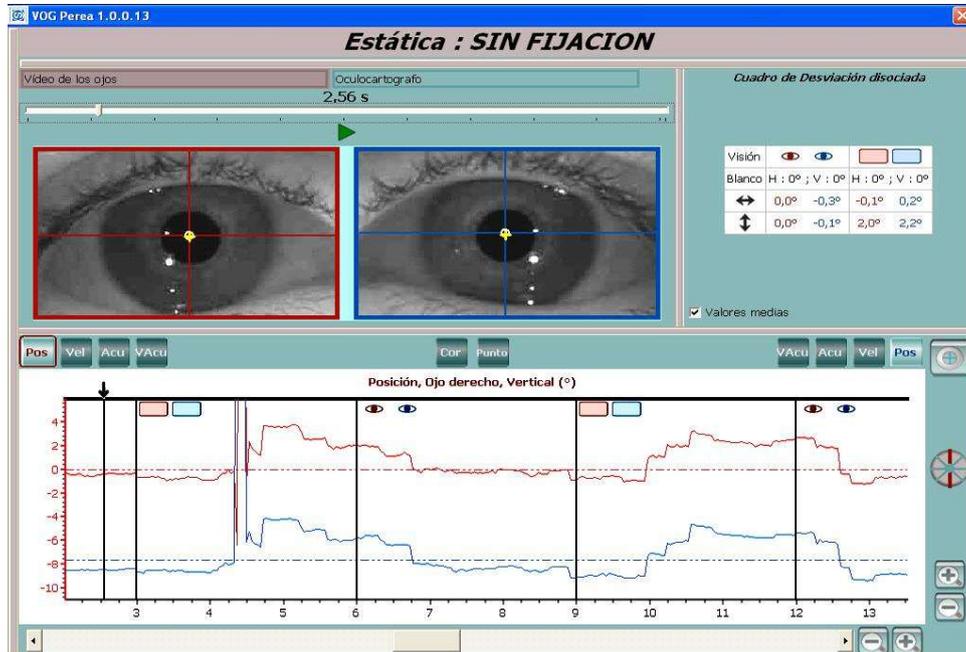


Figura 9-a. Posición de reposo sin fijación.  
Paciente normal fijando un objeto en PPM (Ver Oculoscopio).

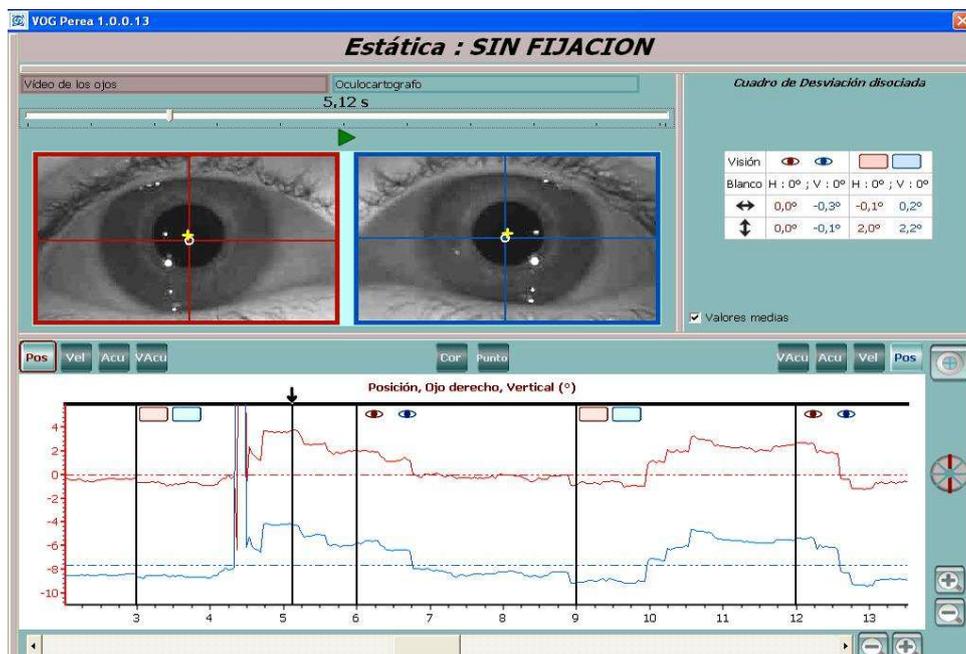


Figura 9-b. Posición de reposo sin fijación.  
Caso de la Figura 9-a. Al ocluir los dos ojos hay movimiento bi-ocular de supraversión de 2°.

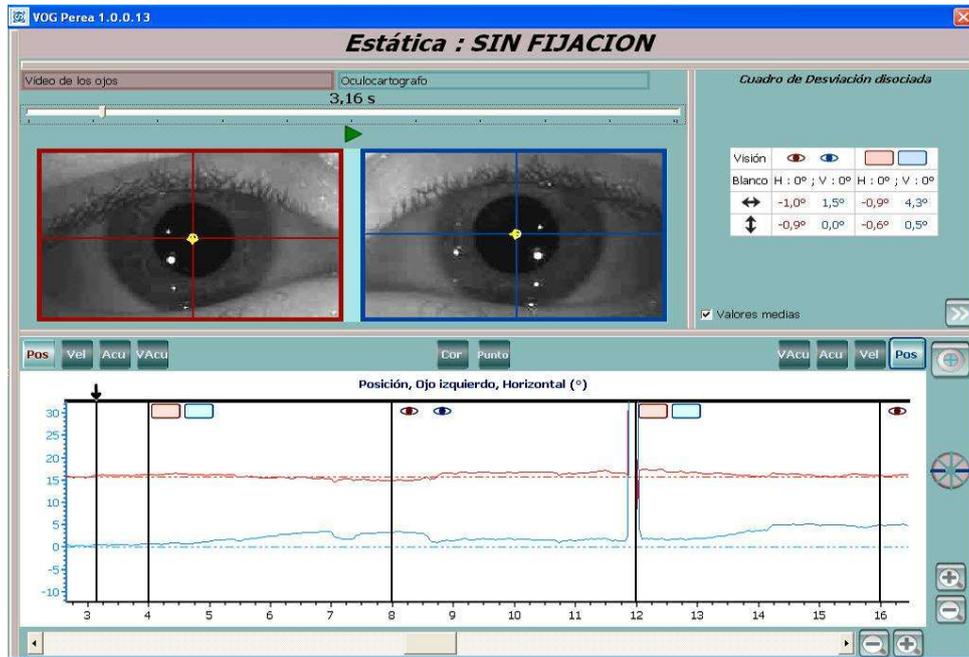


Figura 10-a. Posición de reposo sin fijación.

Paciente normal. Ambos ojos descubiertos, fijando un objeto en PPM.

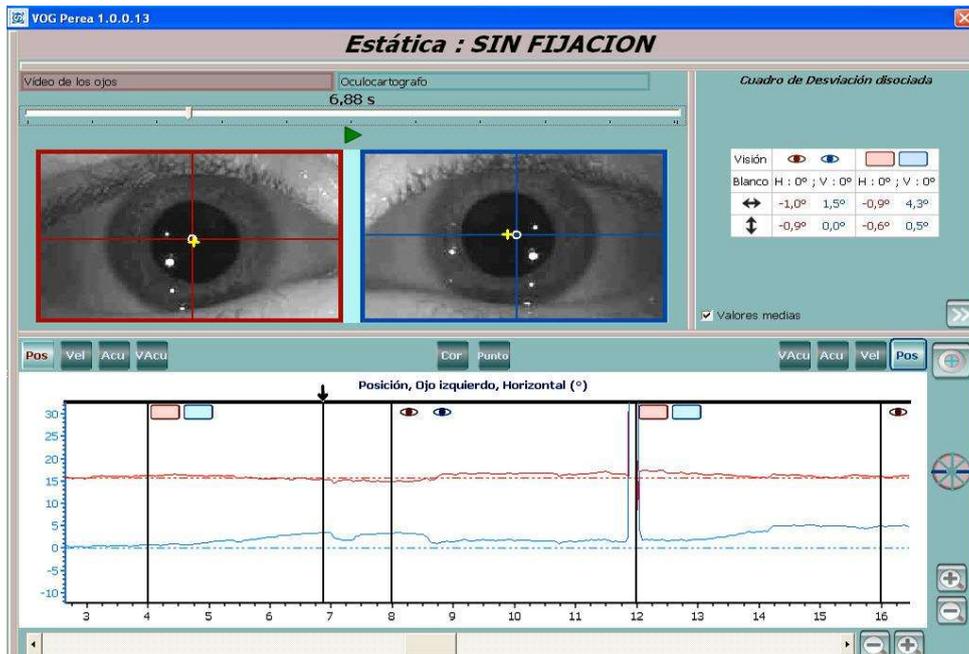


Figura 10-b. Posición de reposo sin fijación.

Caso de la Figura 10-a. Al ocluir ambos ojos, el izquierdo se sitúa en endocución de 3°.

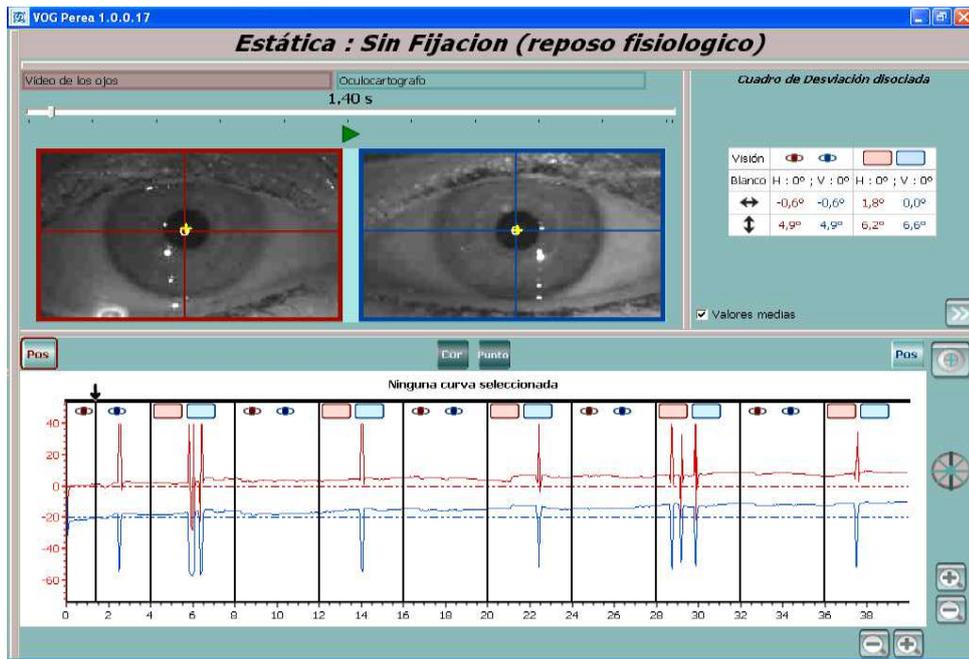


Figura 11-a. Posición de reposo sin fijación.  
Al comienzo de la prueba. Ambos ojos descubiertos.

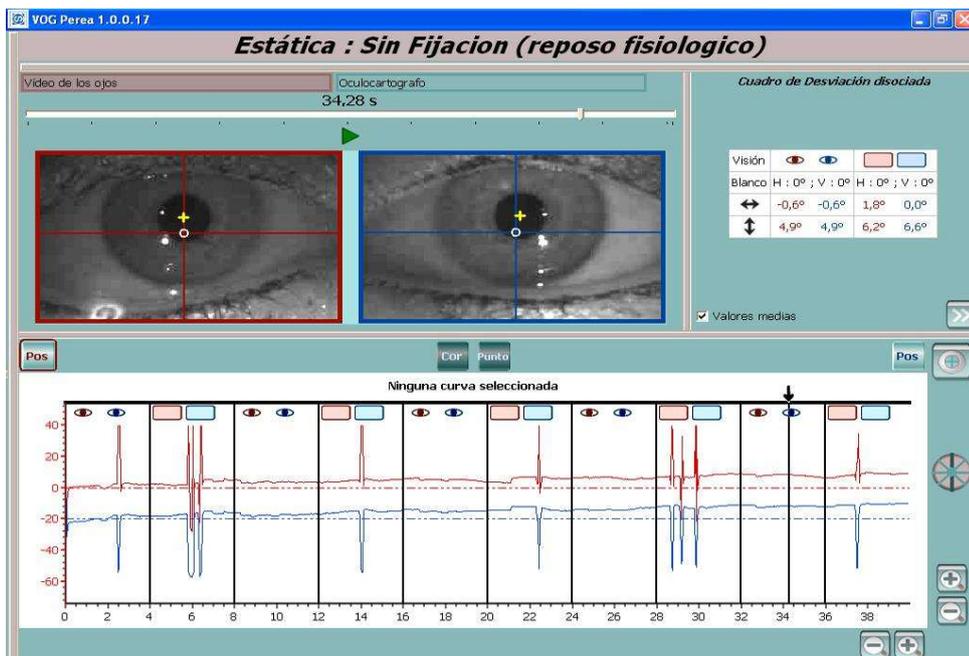


Figura 11-b. Caso de la Figura 11-a al finalizar la prueba. Se aprecia en el Oculógrafo que el "zéro motor" de ambos ojos se ha ido desplazando hacia arriba simétricamente. Corresponde a la elevación progresiva de los dos ojos a consecuencia del torticolis que sucesivamente ha ido tomando la paciente con el fin de compensar la diplopía que tiene en PPM por presentar paresia de un músculo vertical. Es evidente la posición de ambas gráficas en el Oculógrafo con tendencia ascendente. En el Oculoscopio se aprecia perfectamente cómo ambos ojos están desplazados hacia arriba al concluir la exploración.

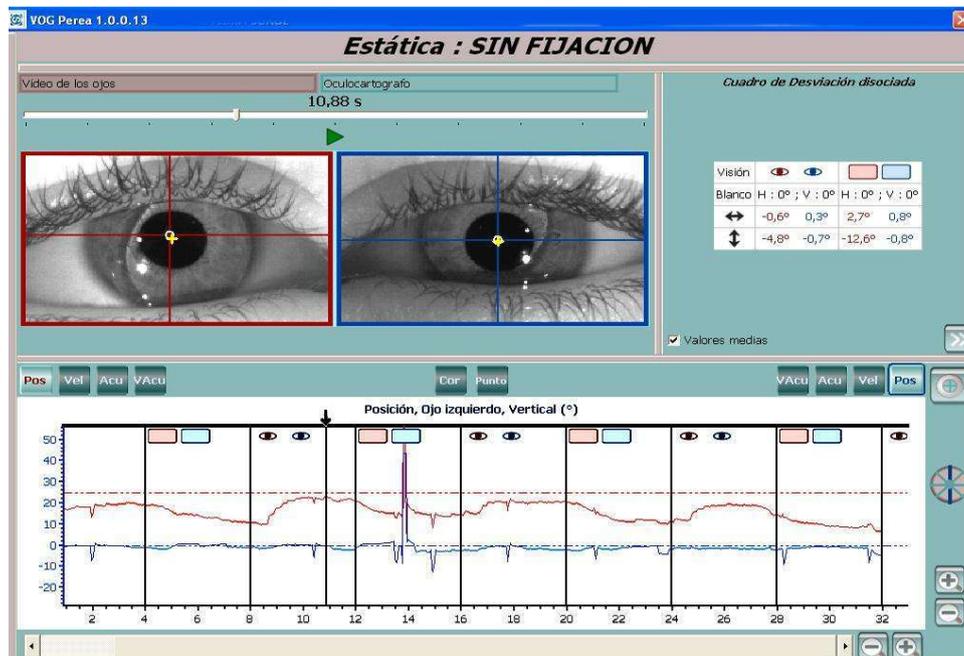


Figura 12-a. Posición de reposo sin fijación.

Endotropía congénita operada. Ambos ojos descubiertos en PPM. Buen aspecto estético.

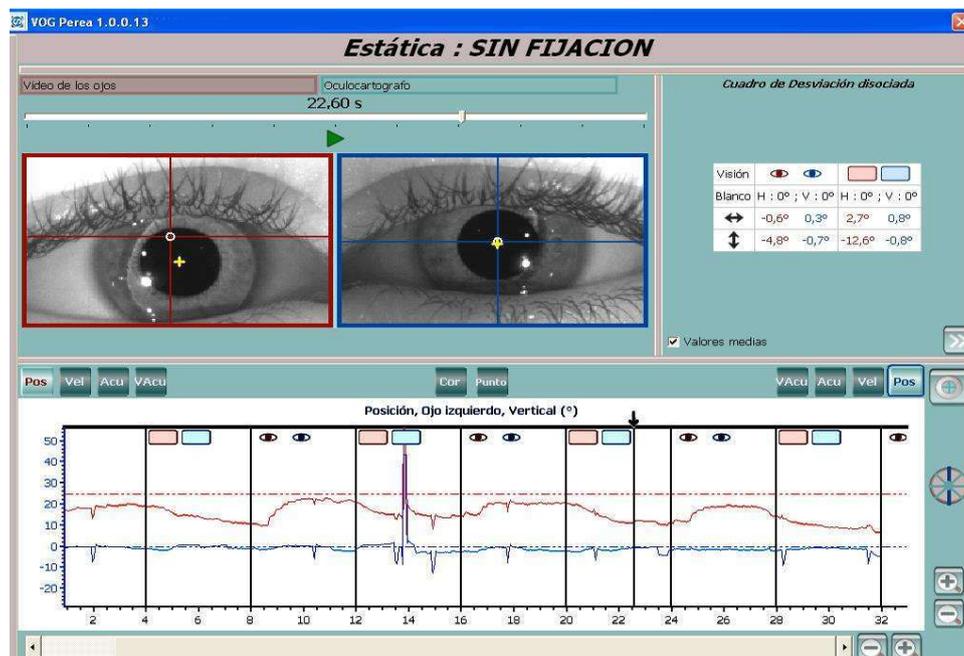


Figura 12-b. Posición de reposo sin fijación.

Caso de la figura 12-a. Al tapar ambos ojos hay modificación posicional del OD, en el que aparece hipotropía de 12,6°. Esta hipotropía es visible en el Oculógrafo en todos los momentos en que están ocluidos ambos ojos.

### 3. FIJACIÓN DISOCIADA (OCLUSIÓN UNILATERAL)

Disociar significa “separar algo de otra cosa a la que estaba unida”. Para disociar la visión invitamos al paciente a mirar el estímulo central fijo, y, ocluyendo un ojo durante unos segundos (por ejemplo tres), comprobamos el movimiento que experimenta tras la pantalla, y también el de su homólogo descubierto. A continuación, procedemos a la inversa con el otro ojo, determinando, también, si hay simetría, o no, en los comportamientos de ambos. Según el proceso buscado en unos casos disociamos pacientes con visión binocular, y en otros con visión bi-ocular.

Esta exploración permite diagnosticar, cuantificar y registrar gráficamente las siguientes enfermedades:

- Heteroforias.
- Desviación vertical disociada (DVD).
- Desviación horizontal disociada (DHD).
- Nistagmo latente y nistagmo manifiesto-latente.

**a)** En la heteroforia, el paciente presenta ortotropía y correspondencia retiniana normal. Si la heteroforia está descompensada se puede observar neutralización foveal y alteraciones de la amplitud de fusión; a veces, la estereopsis está disminuida.

Con la oclusión de un ojo rompemos la binocularidad poniendo al paciente en lo

que **Francis Bernard Chavasse** denominó “*posición disociada*”, anulando la capacidad de fusión (Figura 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19-a, 19-b, 20-a y 20-b).

Utilizando video-oculografía en heteroforias no es preciso practicar cover-test, ni usar el cristal de Maddox con valoración prismática. El video-oculógrafo detecta el más pequeño movimiento horizontal y vertical y en el *Cuadro de desviación disociada* queda cuantificado, apreciándose con toda nitidez en el Oculoscopio y Oculógrafo el desarrollo en tiempo real de los movimientos lentos de desviación y restitución.

**b)** El estudio de la DVD es otro de los grandes logros de la video-oculografía DVD (Figura, 21-a, 21-b, 21-c, 22-a, 22-b, 22-c, 23-a, 23-b, 23-c, 24-a y 24-b). De mecanismo patogénico desconocido, aquí la binocularidad no se rompe con la oclusión, ya que no existe. Lo que se rompe es la bi-ocularidad. Muy fácil en practicar la maniobra de Bielschowsky con la escala de filtros rojos de Bagolini, al igual que la de Posner.

**c)** Del mismo modo la DHD (Figura 24-c).

**d)** Por último, es sencilla la detección del nistagmo latente y manifiesto-latente. Solo es preciso ocluir un ojo para desencadenar o aumentar el nistagmo en resorte, con posibilidad de cuantificar frecuencia, simetría y congruencia (Figura 25-a y 25-b).

Para realizar estos tests, la video-oculografía es de mucha más efectividad, con valoraciones de mayor exactitud y rigor que ayudándose con pantallas translúcidas u otros medios disociantes y determinación prismática de los movimientos efectuados.

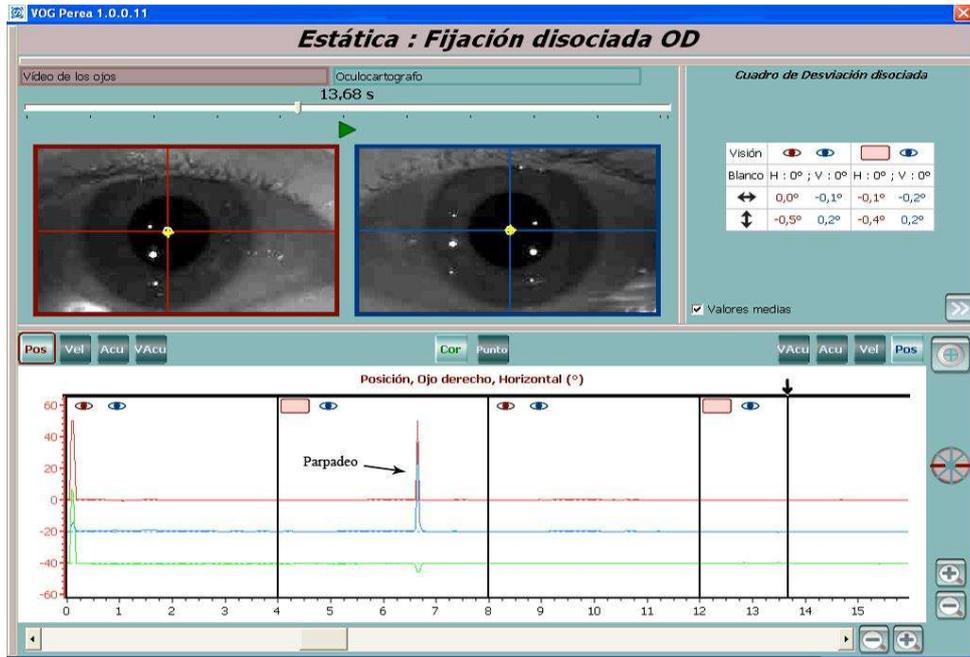


Figura 13. Ortoforia.

Al ocluir el OD (representado su movimiento en rojo), se aprecia en el *Oculógrafo* la invariabilidad de la línea sin hacer movimiento alguno, sólo alterado por un parpadeo bi-ocular. El gráfico verde expresa la diferencia o correspondencia entre las gráficas de ambos ojos (en rojo el OD y en azul el OI), que, obviamente, es nula en este caso de ortoforia.

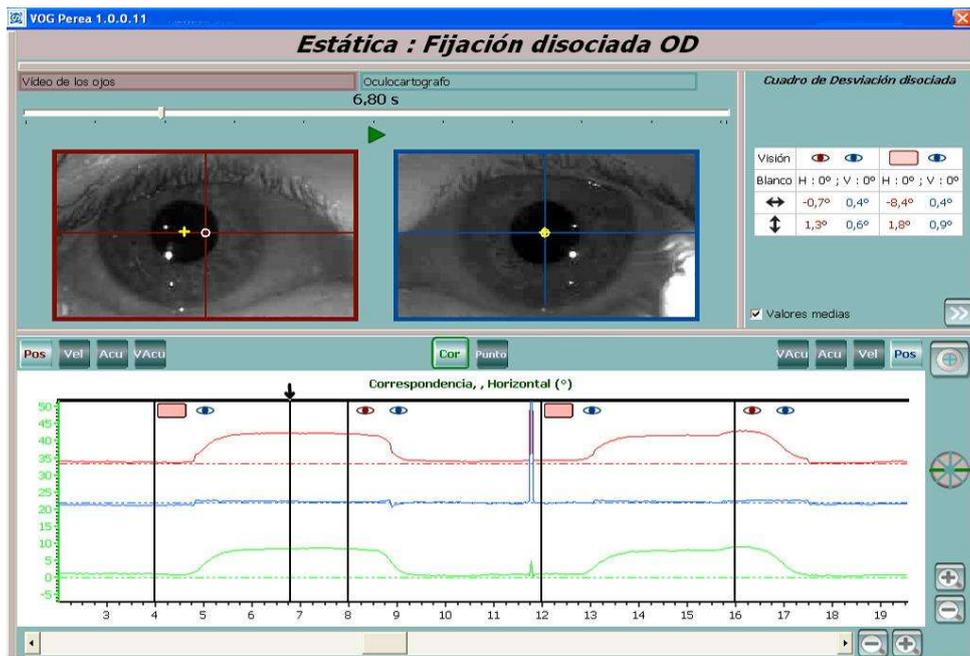


Figura 14. Exoforia de -7,7°.

Al tapan el OD, en el *Oculógrafo* vemos el movimiento lento fórico correspondiente, analizando en el gráfico (en rojo). El *Cuadro de desviación disociada* (ángulo superior derecho) cuantifica los ángulos medios. El gráfico verde anuncia la diferencia entre ambos ojos (correspondencia).

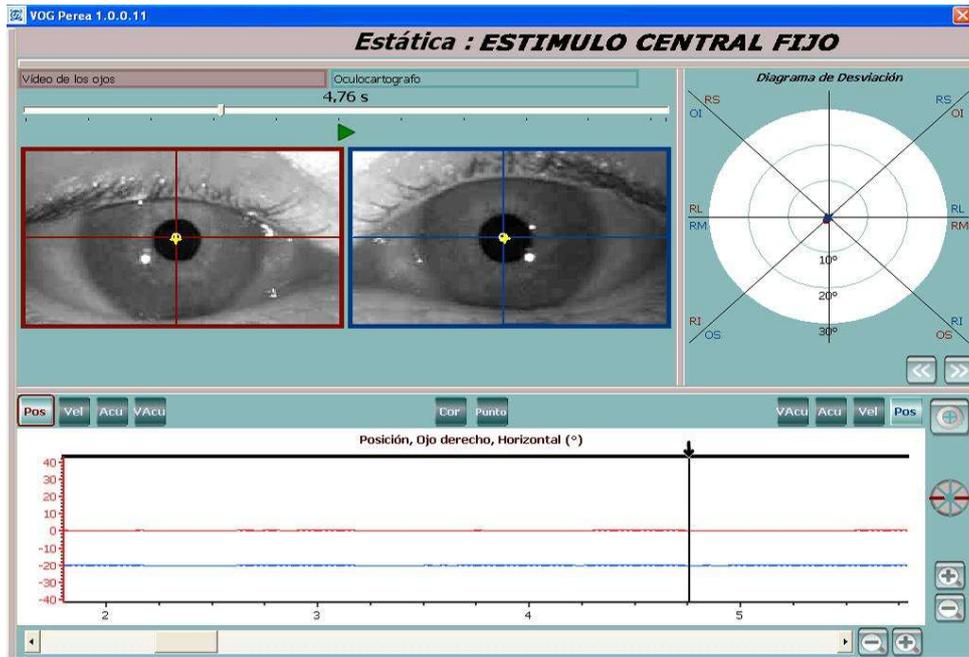


Figura 15. Caso límite (foria-tropia) sin disociar.

Al comienzo de la prueba y sin disociar, el paciente permanece en ortotropía. Es reflejado en el *Oculoscopio*, en el *Oculógrafo* (líneas rectas) y en el *Diagrama de desviación* situado en el ángulo superior derecho. En esta situación el paciente tiene visión binocular.

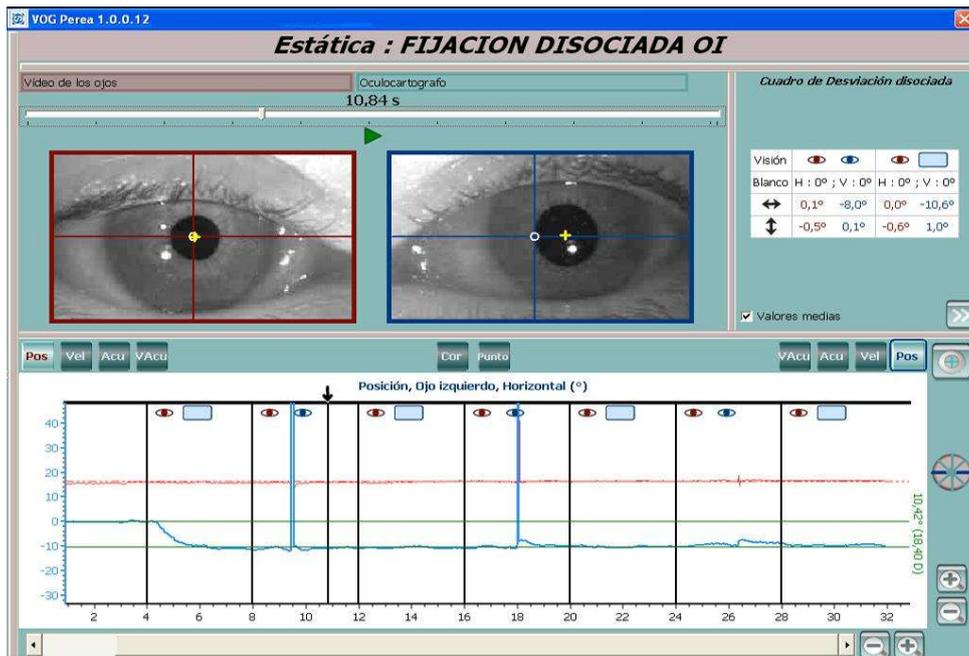


Figura 16. Corresponde al caso de la Figura 15, que tras oclusión del OI (gráfica azul), éste se sitúa en  $-10^{\circ}$ , manteniendo esta posición el resto de la prueba. Aun en los momentos en que se suprime la oclusión el ojo izquierdo no es capaz de recomponer la fusión como se ve en el *Oculoscopio* y en el *Oculógrafo*. La figura recoge el instante en el que ambos ojos están descubiertos, y en el que el paciente es incapaz de hacer el movimiento de restitución de la foria.

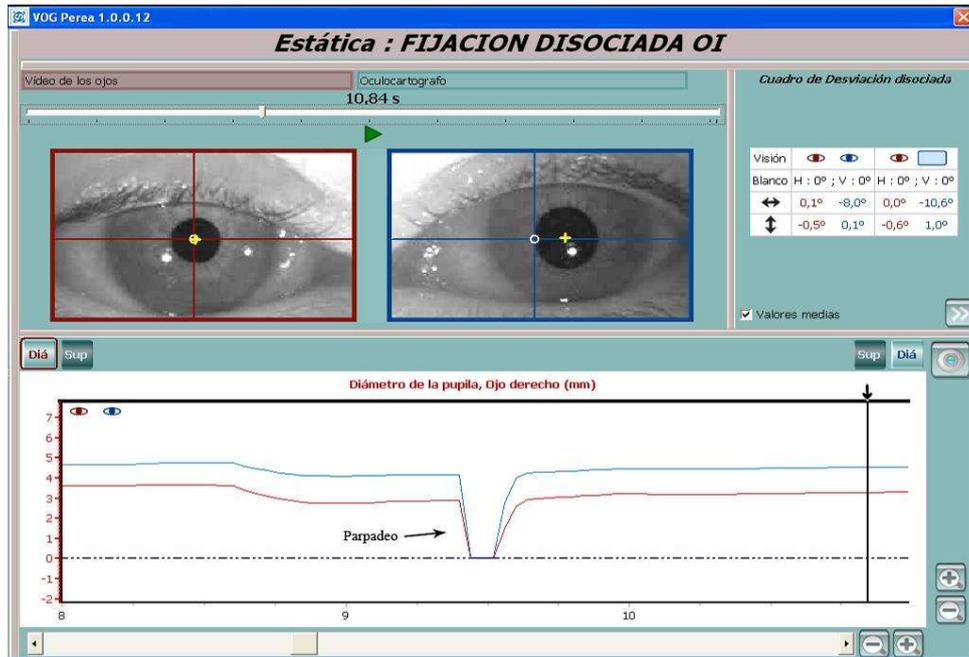


Figura 17. Mismo caso de las Figura 16, e idéntico momento de la prueba (10,84s). Se aprecia en la gráfica del Oculoscopio y del Oculógrafo la anisocoria del paciente (3,6 mm la pupila del OD frente a 4,6 mm la del OI). Los valores de diámetros y superficies pupilares, como se ha dicho, pueden buscarse en cualquier instante de cada estudio.

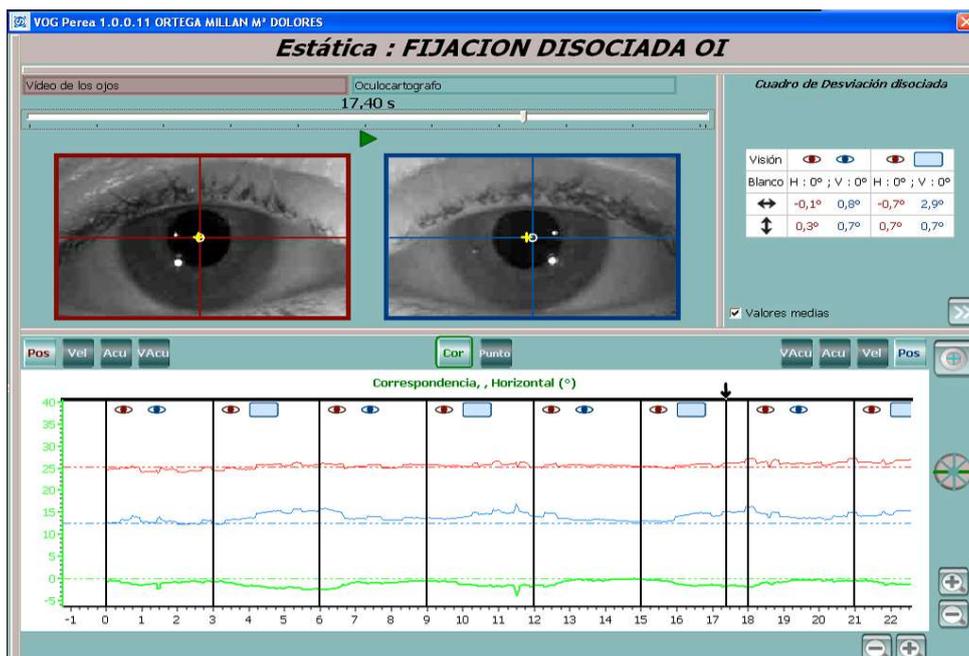


Figura 18. Endoforia OI de +2°.

La irregularidad de las gráficas roja (OD) y azul (OI) es lógica al tener que magnificar bastante para detectar 2°, sobre todo si el paciente no colabora adecuadamente.

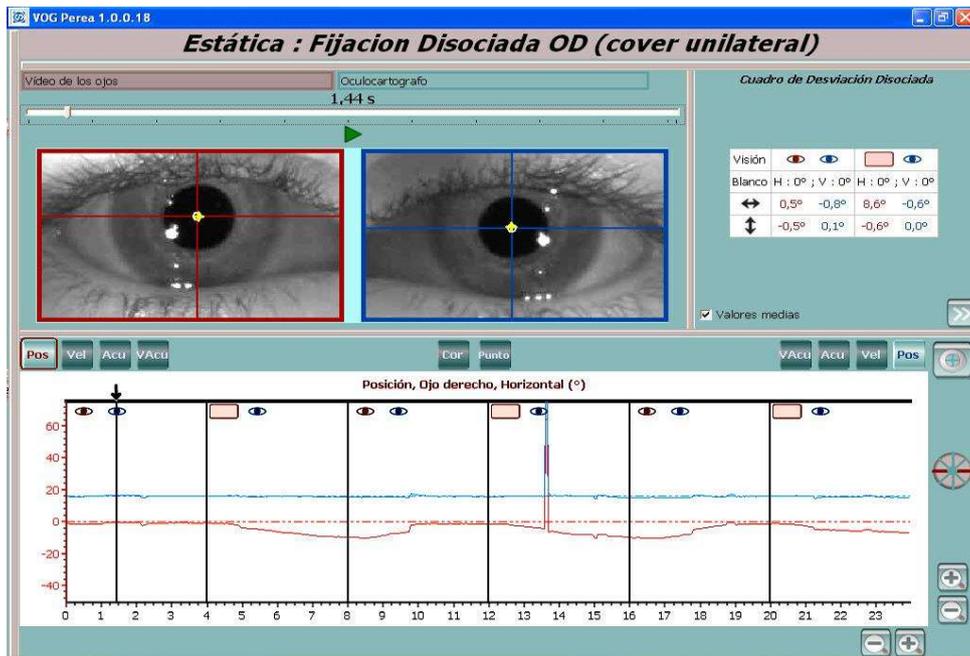


Figura 19-a. Endoforia OD de +8°. En Fijación asociada sin ocluir ningún ojo.

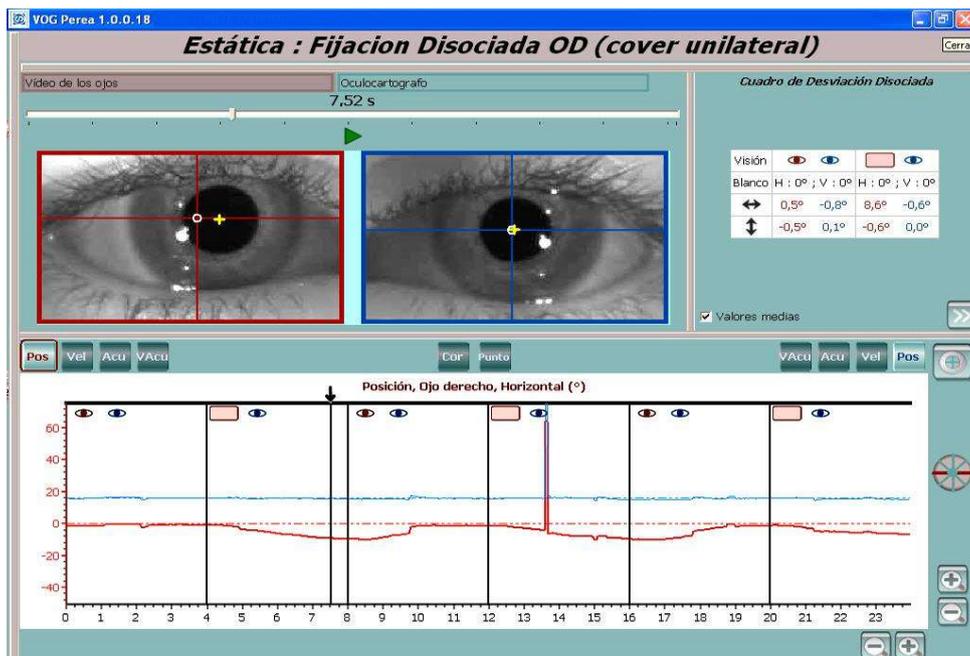


Figura 19-b. Endoforia OD de +8°. Caso anterior en Fijación disociada al ocluir ojo derecho. En el Oculoscopio se ve la desviación ocular. En el Oculógrafo el movimiento lento efectuado por este ojo.

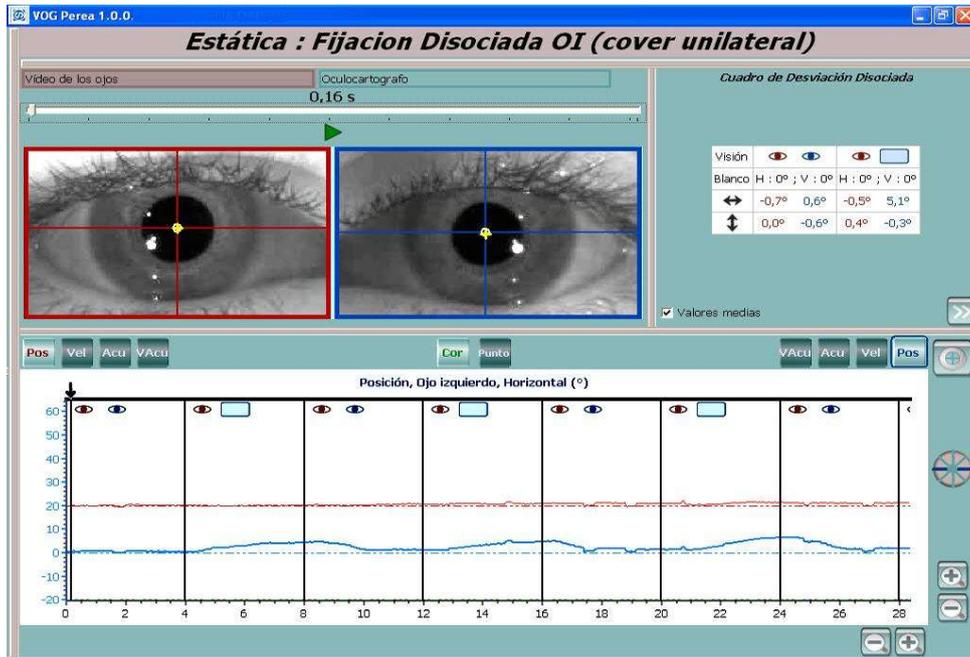


Figura 20-a. Endoforia OI de +5°.  
En Fijación asociada sin ocluir ningún ojo.

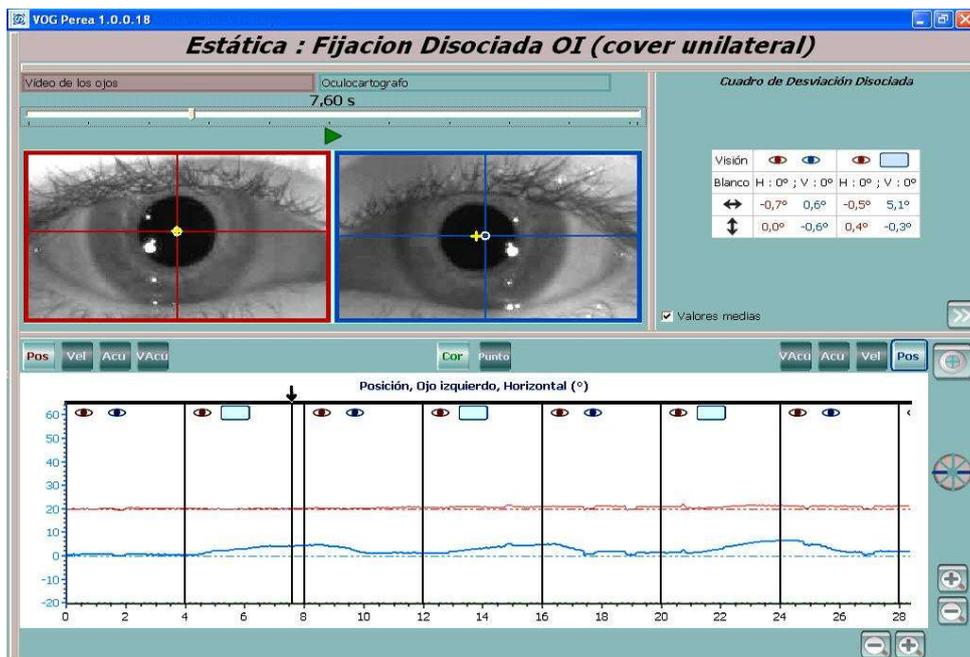


Figura 20-b. Endoforia OI de +5°.  
Caso anterior en Fijación disociada al ocluir ojo izquierdo. En el Oculoscopio se ve la desviación ocular. En el Oculógrafo el movimiento lento efectuado por este ojo.

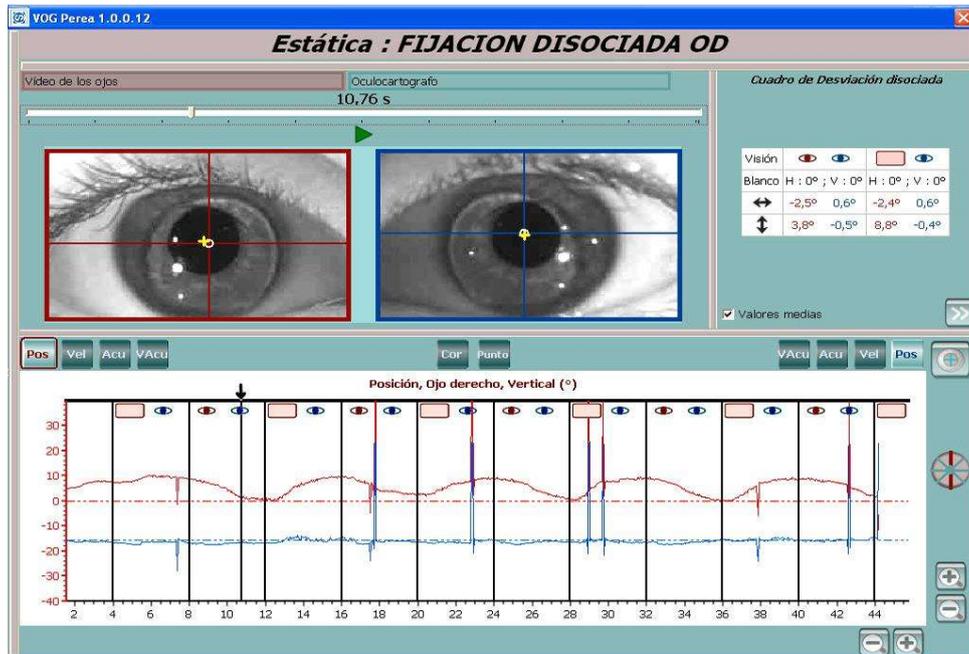


Figura 21-a. Endotropía congénita.

Enferma intervenida quirúrgicamente a los 3 años. Buen aspecto estético en "fijación asociada" (ambos ojos descubiertos), momento que recoge el Oculoscopio y el Oculógrafo.

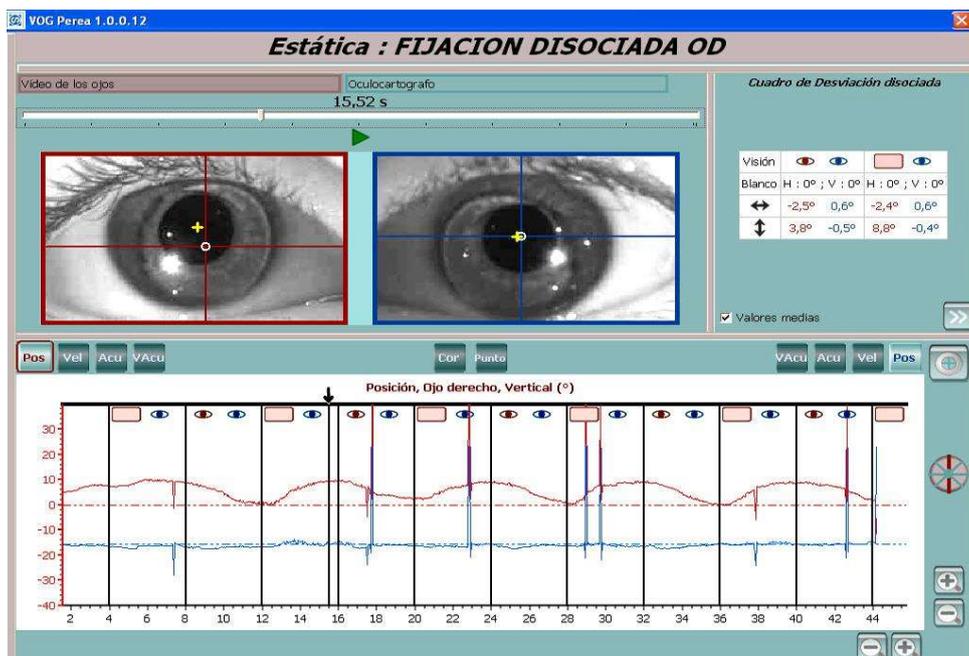


Figura 21-b. DVD en OD.

Paciente de la Figura 19-a. Al ocluir el OD es evidenciable el movimiento lento de elevación de este ojo que puede apreciarse en el Oculógrafo y en el Oculoscopio (DVD).

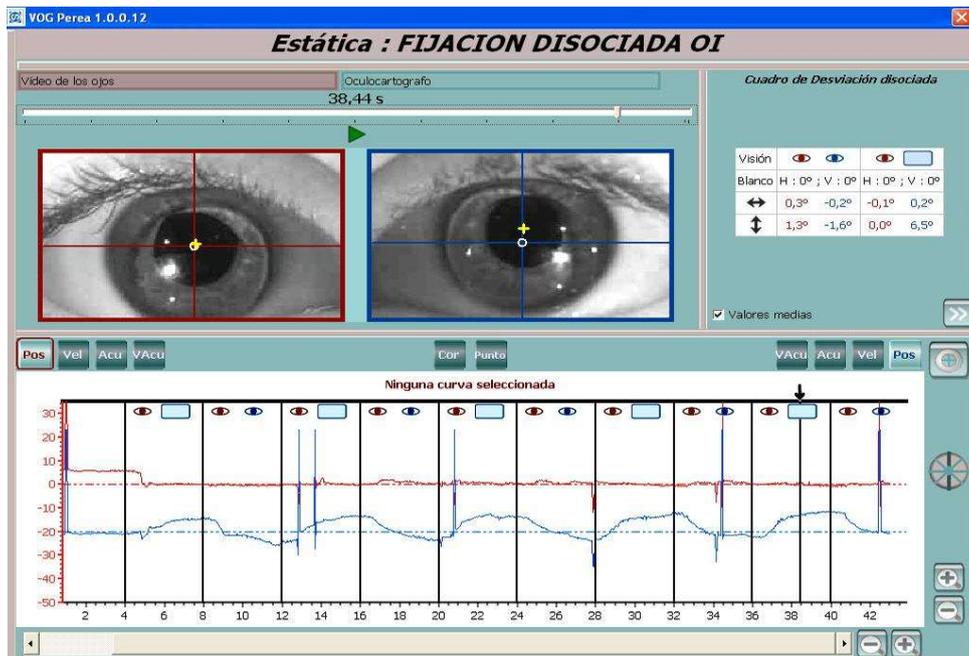


Figura 21-c. DVD en OI.

Paciente de la Figura 21-a al ocluir el OI. Elevación lenta de este ojo. Esta enferma presenta, pues, DVD bi-ocular, ligeramente asimétrica.

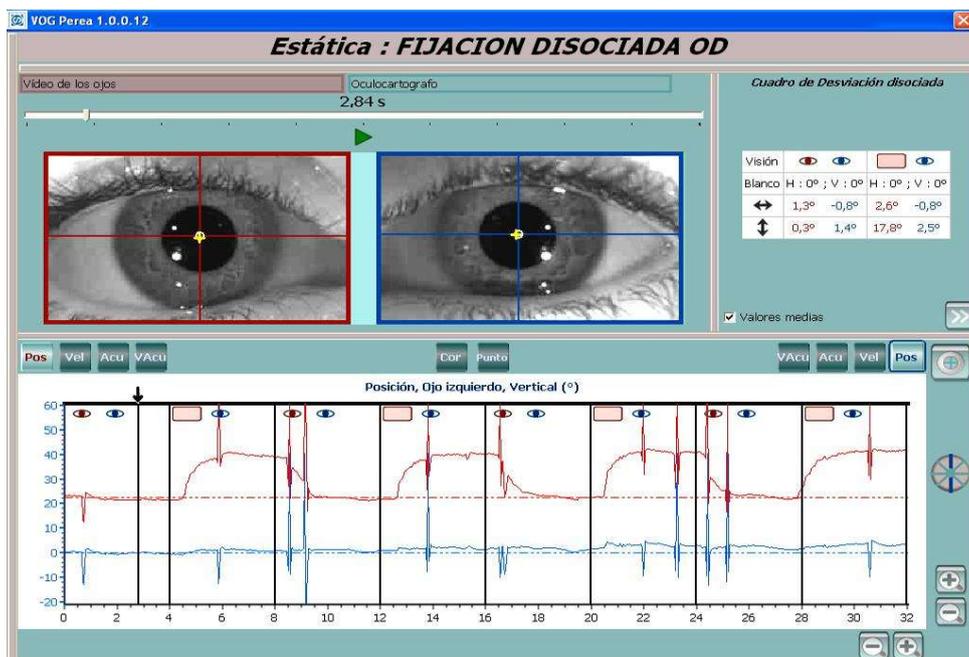


Figura 22-a. Endotropía congénita.

Intervenido quirúrgicamente a los 7 años. El Oculoscopio y la gráfica del Oculógrafo reflejan un momento de fijación asociada (ambos ojos descubiertos). Estéticamente la posición bi-ocular es correcta en PPM.

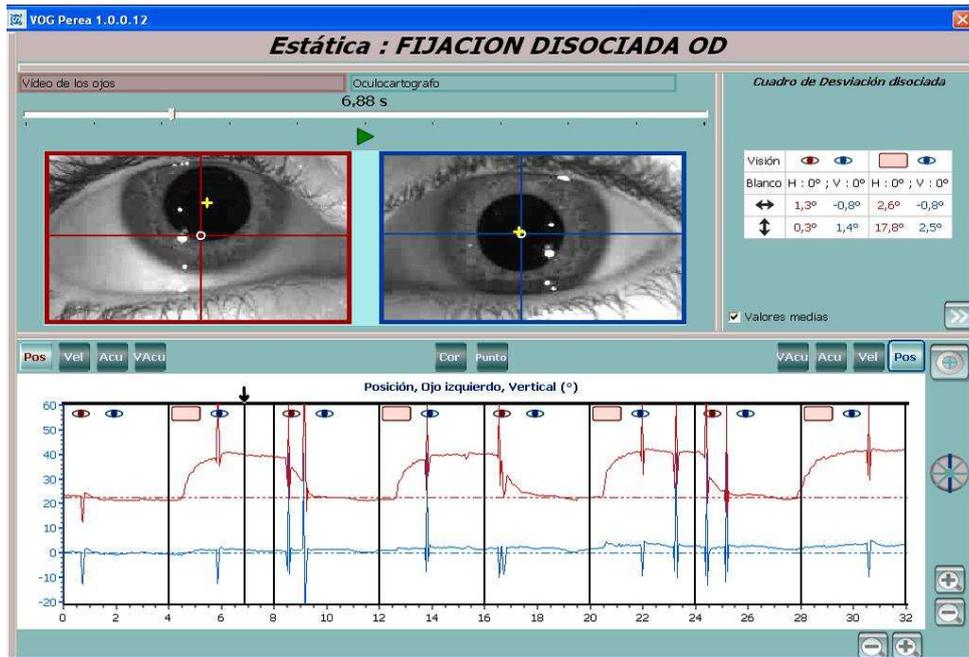


Figura 22-b. Paciente de la Figura 22-a al ocluir OD. Se trata de una **DVD** (forma compensada de Julio Prieto) de  $15,4^\circ$ . Evidente el nistagmo manifiesto-latente que se aprecia en la gráfica al comparar la homogeneidad de las líneas en ojos destapados con los dientes nistágmicos de las curvas en las que el OD está cubierto.

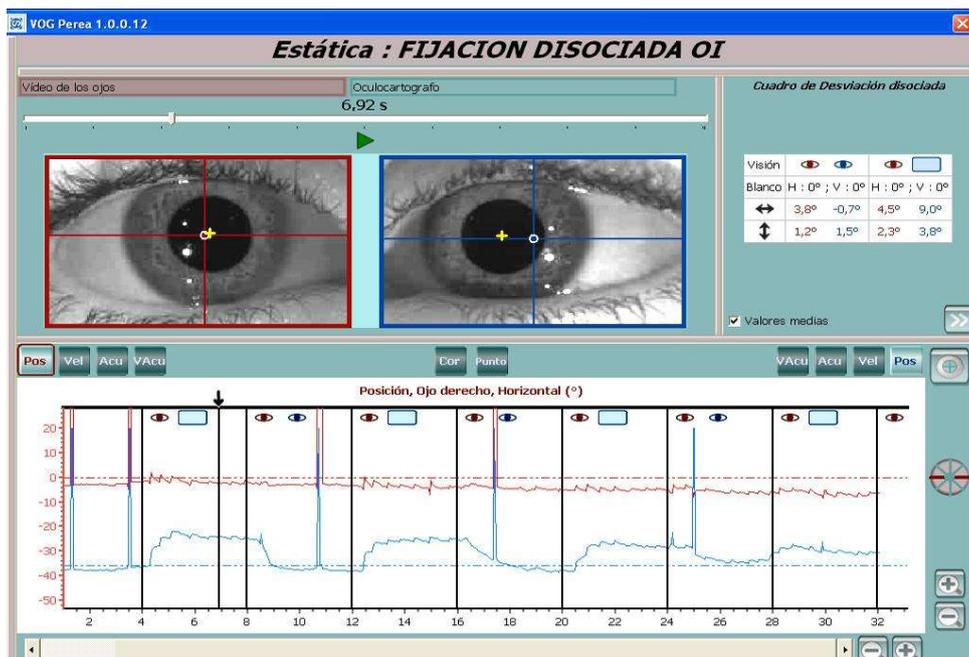


Figura 22-c. Mismo paciente de la Figura 22-a al ocluir el OI. Ahora lo que se ve es **DHD**, además del nistagmo manifiesto-latente (endotropía de oclusión).

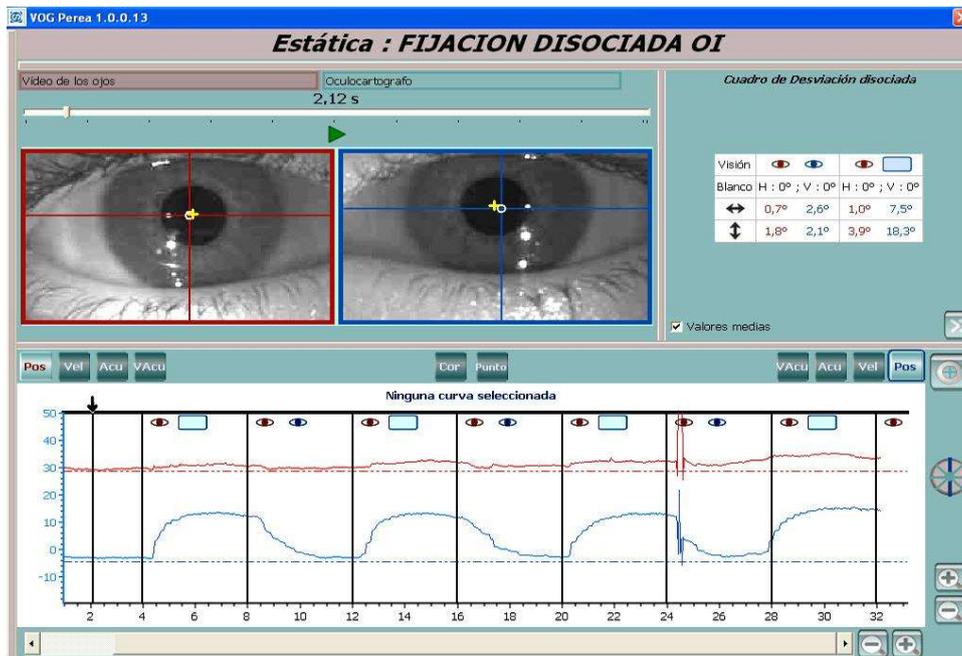


Figura 23-a. DVD y Nistagmo latente descompensado al ocluir OI.  
En fijación asociada sin tapar ojo alguno. Buen aspecto estético.

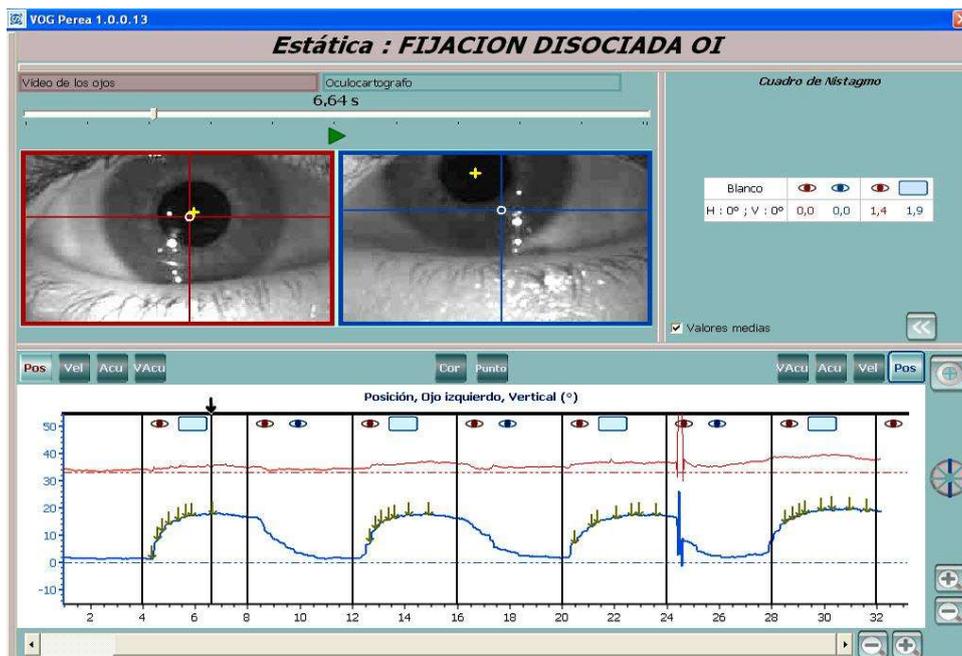


Figura 23-b. DVD y Nistagmo latente descompensado al ocluir OI.  
Caso de la Figura 23-a en fijación disociada (oclusión de OI).

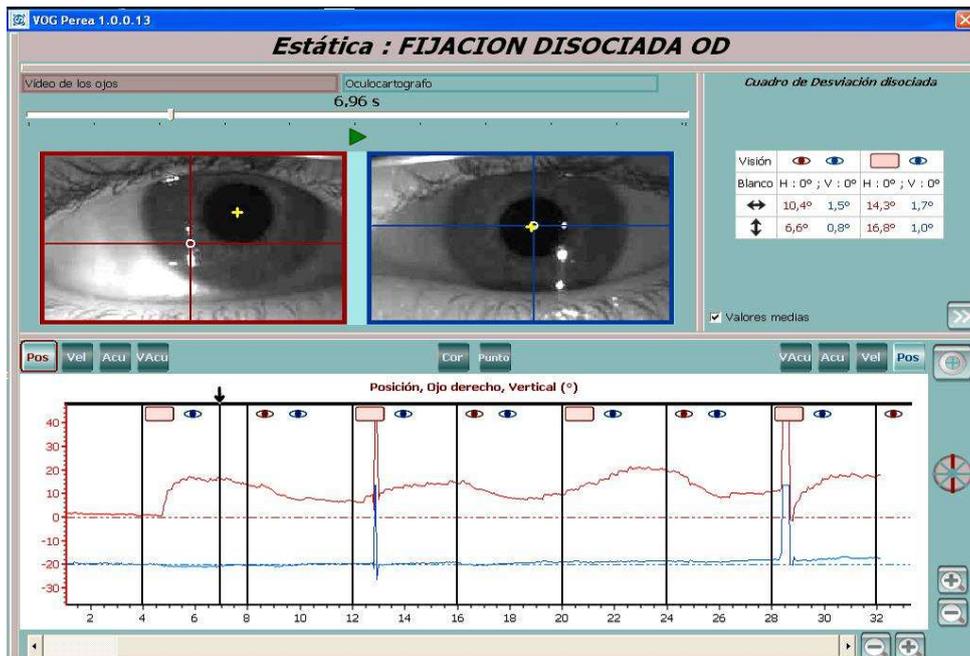


Figura 23-c. DVD y Nistagmo latente descompensado al ocluir OD.  
Caso Figura 23-a en fijación disociada (oclusión de OD).

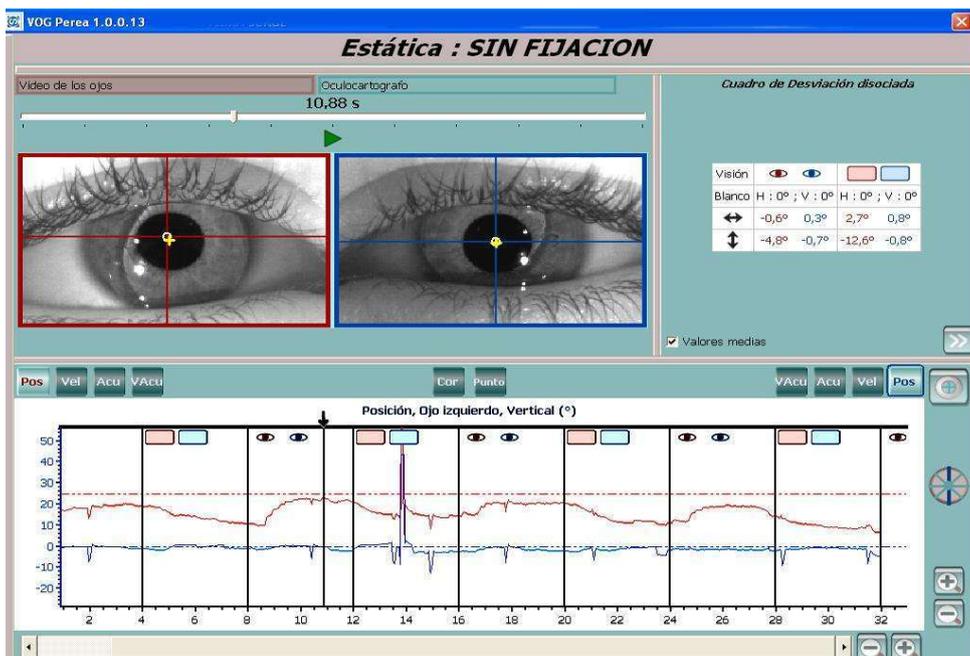


Figura 24-a. Endotropía congénita operada. En PPM buen aspecto estético.

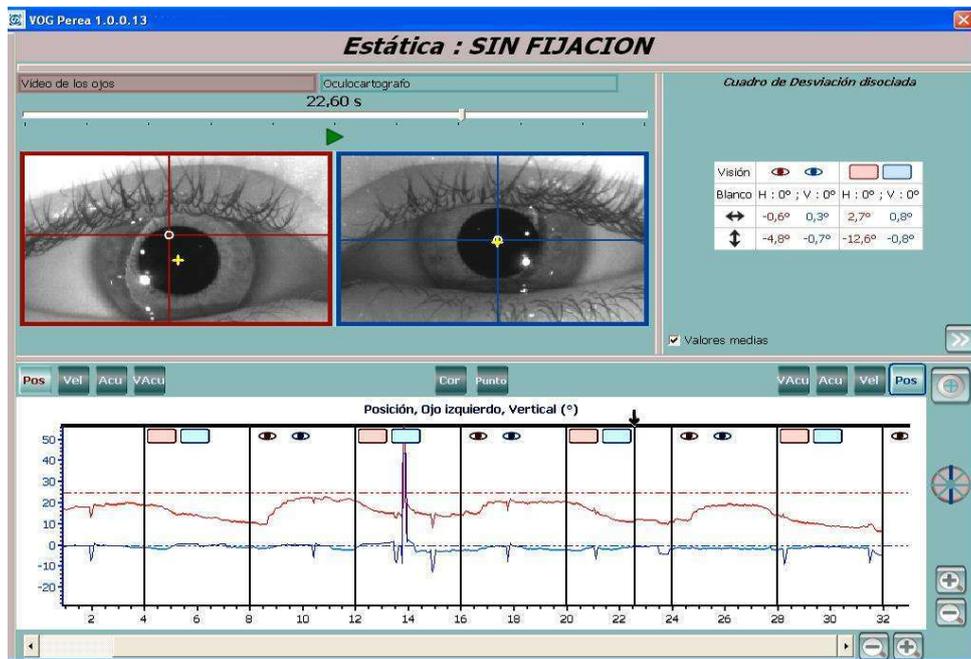


Figura 24-b. Caso de la Figura 24-a. La oclusión de ambos ojos (*Posición sin fijación*) provoca hipotropía del OD de  $12,6^{\circ}$ .

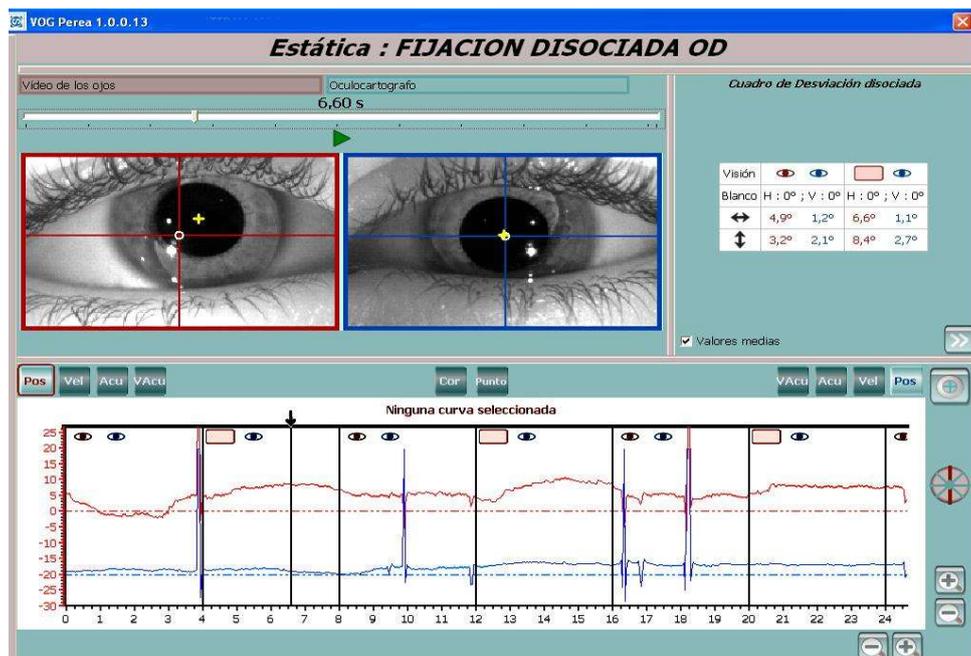


Figura 24-c. Mismo caso de la Figura 24-a. La oclusión aislada del OD da lugar a hipertropía lenta de este ojo (DVD).

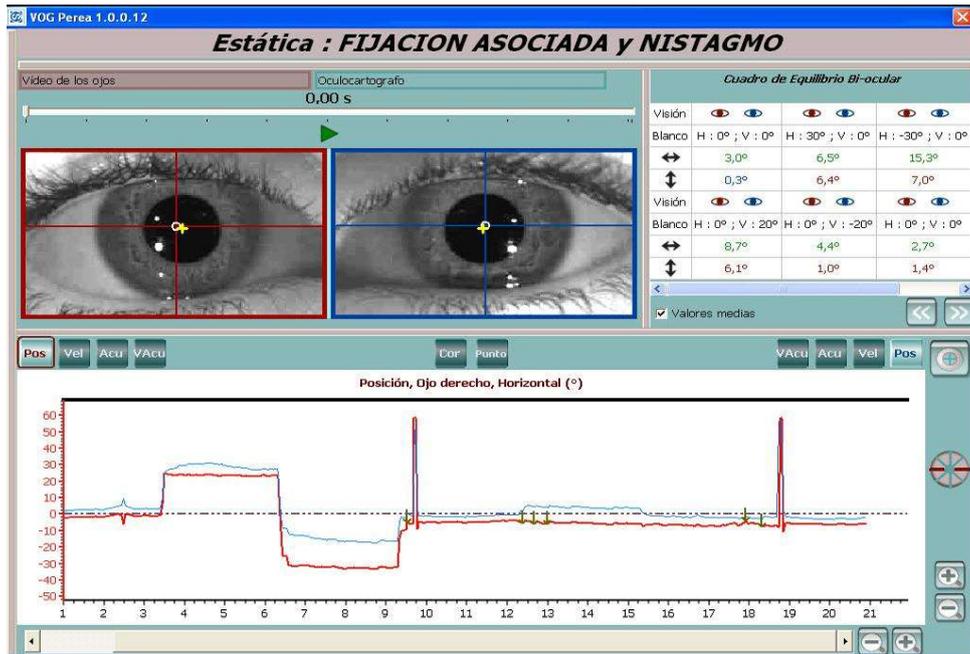


Figura 25-a. Incomitancia de versión.

Gráfica de fijación asociada mirando de frente y en posiciones cardinales. En el Cuadro se observa incomitancia de versión. Se detecta, así mismo, algún movimiento nistágmico en resorte.

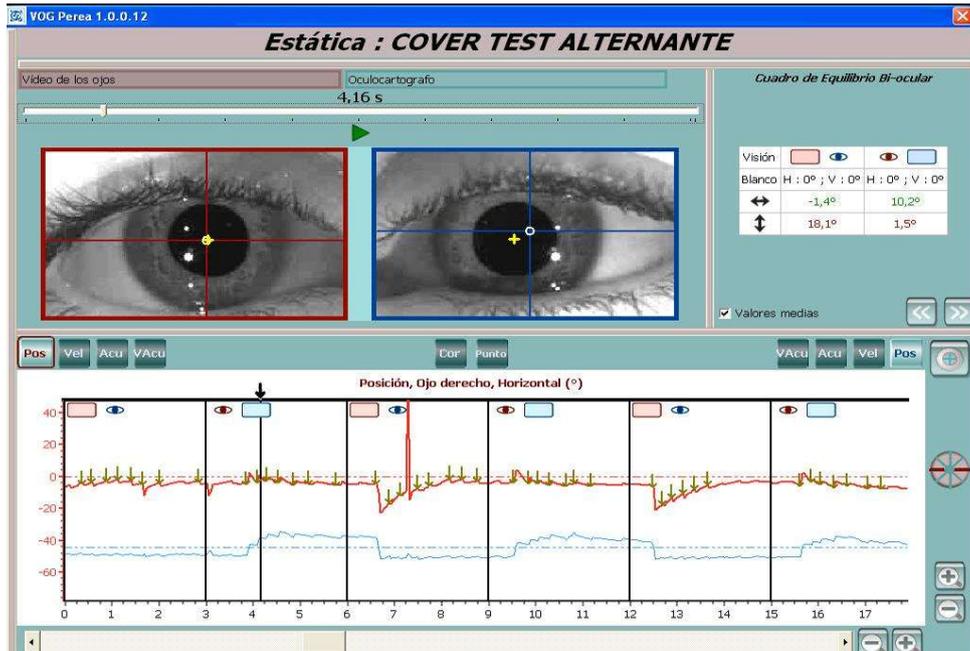


Figura 25-b. Nistagmo manifiesto-latente.

Enfermo de la Figura 25-a, al practicar el cover test. La oclusión alterna de cada ojo aumenta de modo muy importante el movimiento nistágmico (nistagmo manifiesto-latente).

#### 4. FIJACION ASOCIADA

Se invita al paciente a mirar un estímulo central fijo en la pantalla, con los dos ojos abiertos. Esta prueba suele durar sólo 10 segundos. De este modo comprobamos: micromovimientos (fisiológicos), macromovimientos (nistagmo) y, en caso de estrabismo, dominancia ocular y posición de equilibrio recíproco. Se concluye con la práctica de oclusión unilateral (cover-uncover) para detección de estrabismo bajo mínima disociación y, también, el diagnóstico de pseudoestrabismo y microtropía. El test es optativo en situarlo a cualquier distancia que interese.

A continuación, manteniendo el paciente los ojos abiertos, variamos la posición del test en sentido horizontal

( $+30^\circ$  y  $-30^\circ$ ) comprobando de este modo el ángulo objetivo en posiciones laterales para detectar posibles incomitancias de versión (Figuras 26, 27, 28 y 29). También situaremos el estímulo en posiciones verticales ( $+20^\circ$  y  $-20^\circ$ ) buscando síndromes alfabéticos (Figuras 30-a, 30-b y 30-c).

La variación de lugar del estímulo es aprovechada para determinar si hay, o no, nistagmo en alguna posición de mirada, y, en caso afirmativo, ver si existe zona de máximo y mínimo disturbio (bloqueo). (Figuras 30-d, 30-e, 31, 33, 34 y 35).

Si hubiera nistagmo, pasamos a hacer la prueba específica, en la que valoraremos el defecto con ojos abiertos, con uno y otro ojo ocluido, cuantificándolo en hercios (Hz).

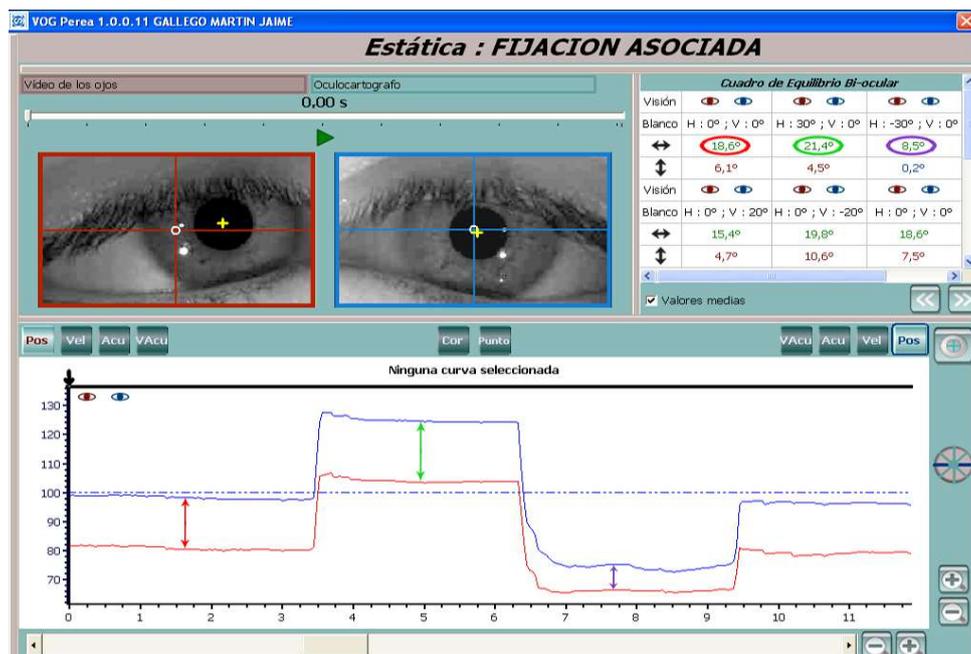


Figura 26. Incomitancia de versión.

Como puede verse en el Cuadro de Equilibrio bi-ocular, en el eje  $0^\circ$  hay diferencia angular, tanto horizontal como vertical (la incomitancia de versión en el eje  $0^\circ$  se ha remarcado en colores, tanto en el Oculógrafo como en el Cuadro de Equilibrio bi-ocular). En lo que respecta al patrón alfabético la diferencia es de  $4^\circ$  entre la supra ( $15,4^\circ$ ) e infraversión ( $19,8^\circ$ ).

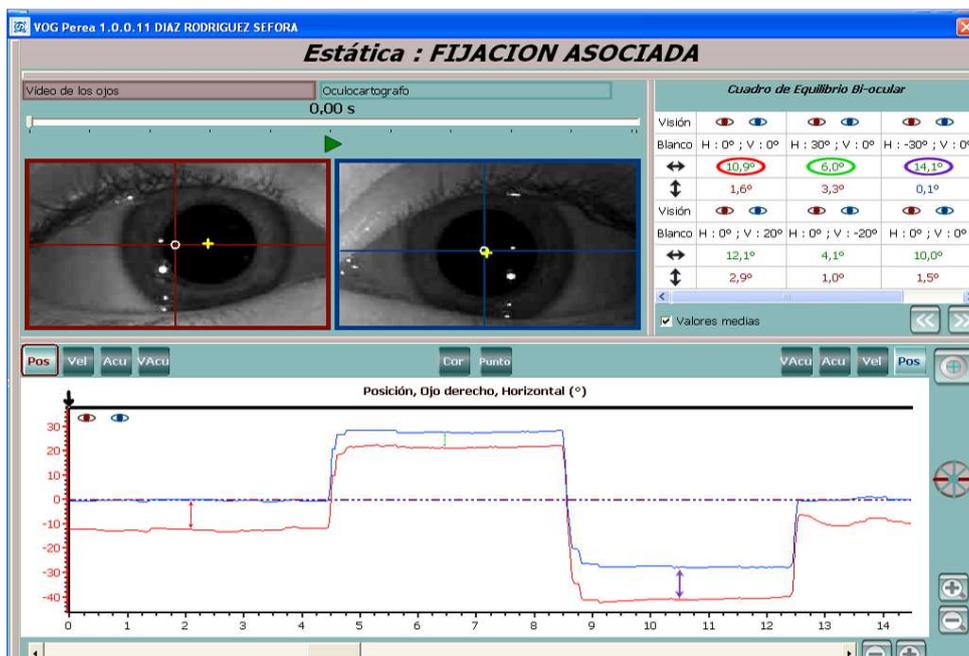


Figura 27. Otro caso de incomitancia de versión (10,9° de frente, 6,0° en dextroversión, y 14,1° en levoversión).

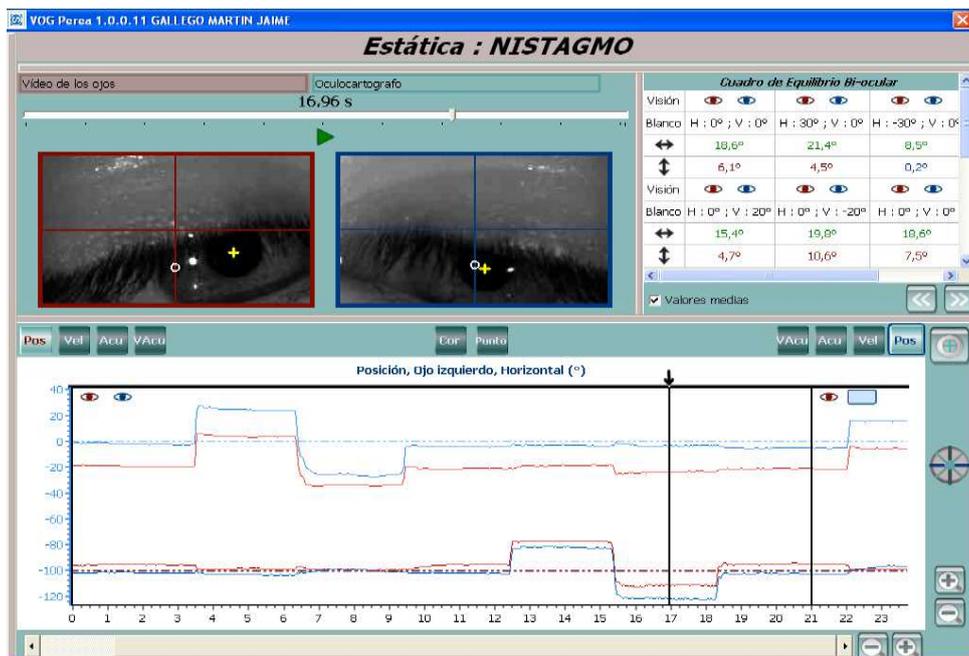


Figura 28. Corresponde al caso de la Figura 26. Se aprecia, además de la endotropía en infraversión de 19,8° (gráfico superior del Oculógrafo), la dificultad del OD en llegar a su objetivo: se queda a 10,6° por encima del OI (ver el Cuadro de Equilibrio bi-ocular, en el Oculoscopio, y en el gráfico inferior del Oculógrafo).

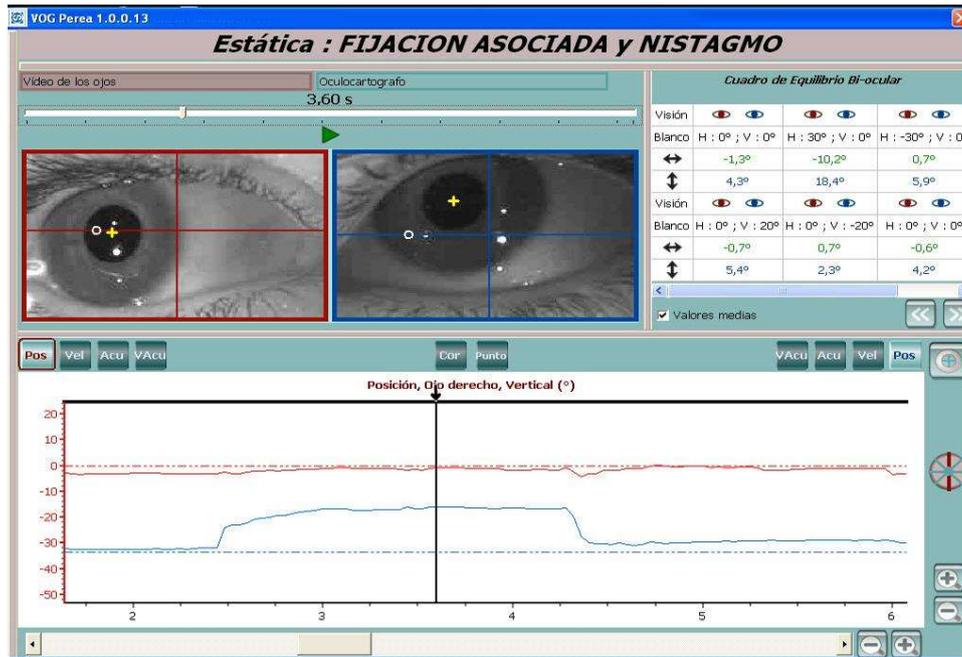


Figura 29. Estrabismo operado, con buen resultado estético en PPM, pero incomitancia de versión con exotropía en dextroversión ( $-10,2^{\circ}$ ) y elevación en aducción ( $18,4^{\circ}$ ) del ojo izquierdo.

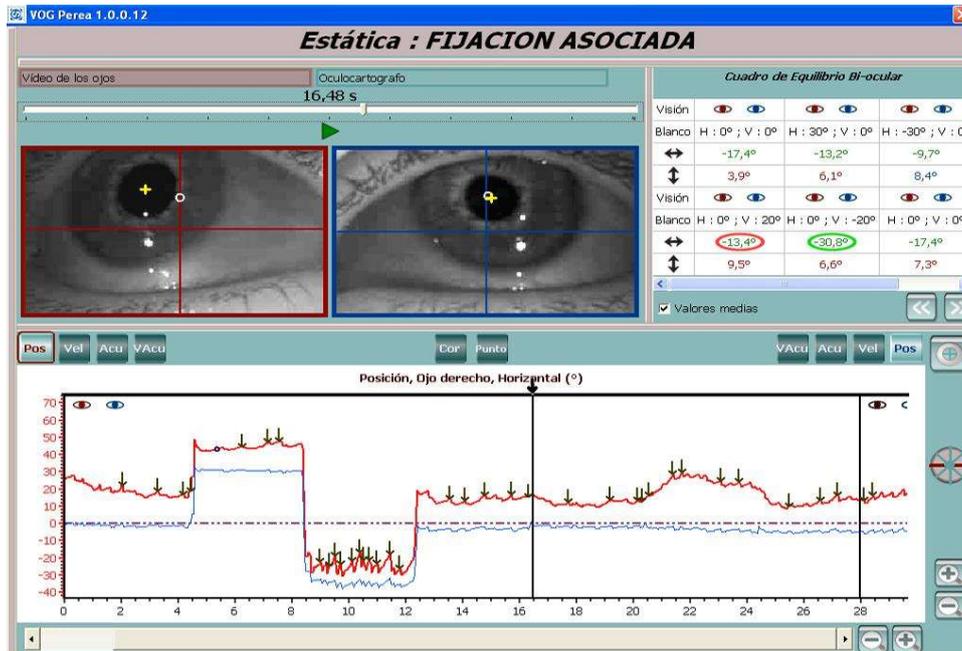


Figura 30-a. Este caso (con exotropía OD de  $-17,4^{\circ}$  en PPM) presenta, también, incomitancia de versión (visible en el Cuadro de Equilibrio bi-ocular y en el Oculógrafo), síndrome en "A" ( $-13,4^{\circ}$  en supravversión y  $-30,8^{\circ}$  en infravversión, remarcado en color rojo y verde) y nistagmo con máximo disturbio en levovversión (reflejado en el Oculógrafo). El Oculoscopio indica el momento en el que el paciente se encuentra en supravversión ( $-13,4^{\circ}$ ).

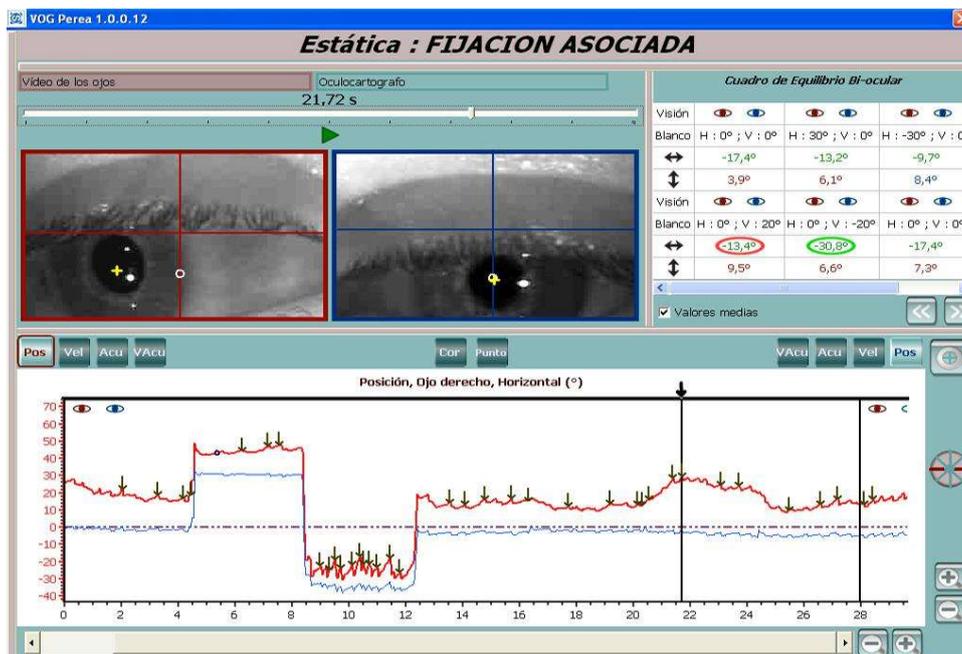


Figura 30-b. Corresponde al caso anterior para mostrar el patrón alfabético. El *Oculoscopio* recoge la posición de infraversión. El síndrome en A es patente en el *Oculoscopio* y *Oculógrafo* de las Figuras 28-a y 28-b y, también, en el Cuadro de Equilibrio bi-ocular (valores circundados en rojo y verde).

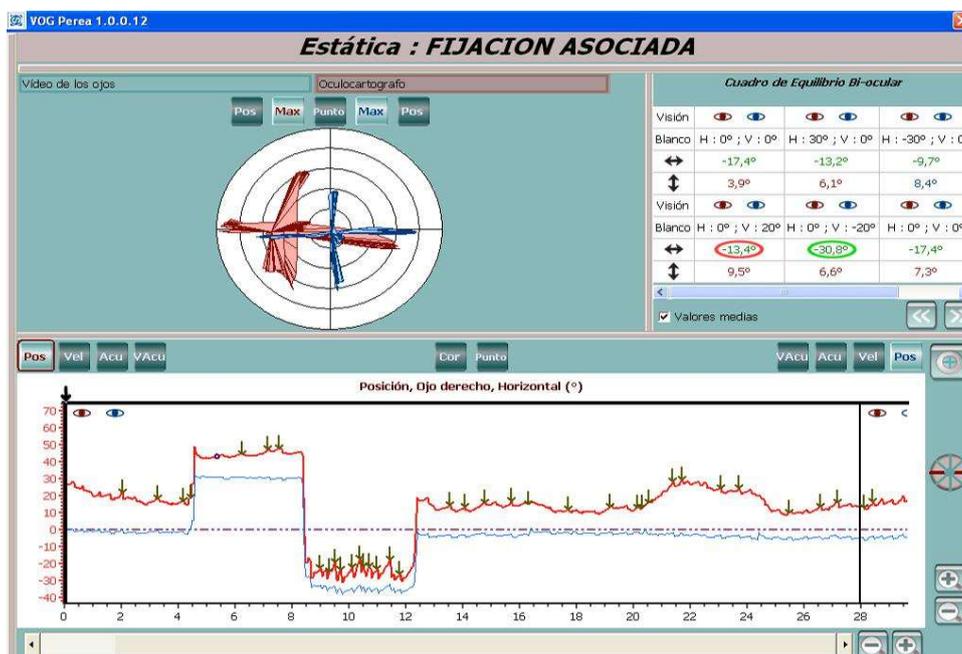


Figura 30-c. Enfermo de las Figuras 30-a y 30-b. El *Oculocartógrafo* (Diagrama superior) refleja fielmente la exotropía del OD y el síndrome en "A" con mayor separación de los dos extremos inferiores de las ramas verticales de las dos cruces.

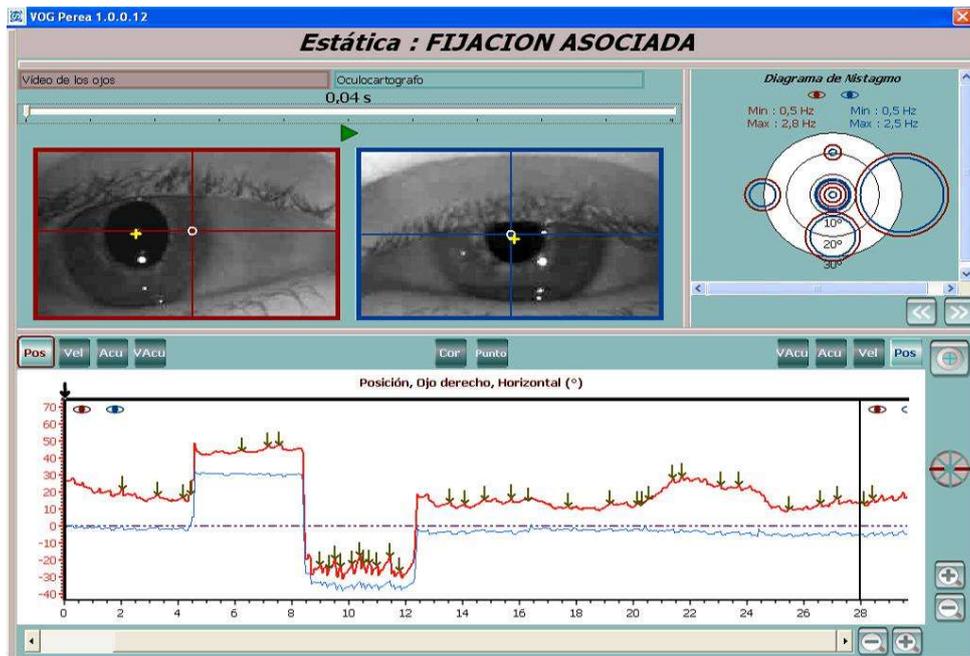


Figura 30-d. Mismo caso de las Figuras 30-a, 30-b y 30-c. El *Diagrama de Nistagmo* muestra, con los círculos más amplios, la zona de máximo disturbio, que es la posición de levoversión reflejada en el *Oculógrafo*, referido al lugar en que presenta mayor número de marcadores de nistagmo.

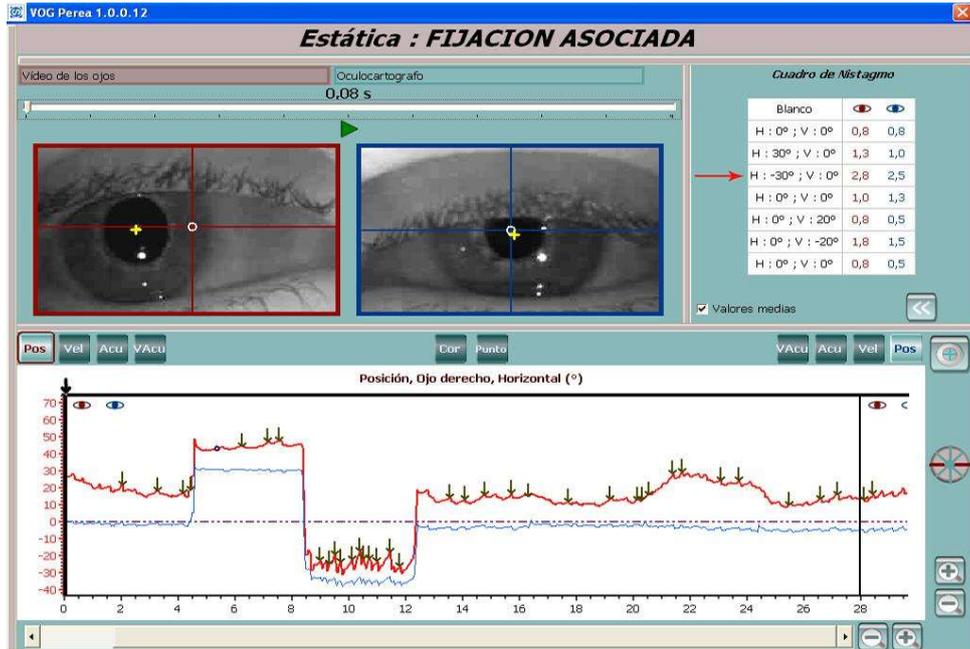


Figura 30-e. También corresponde al paciente anterior. El *Cuadro de nistagmo* refleja la frecuencia en hercios (Hz). Se ve que la mayor corresponde a la posición de levoversión (-30°), señalado con la flecha roja.

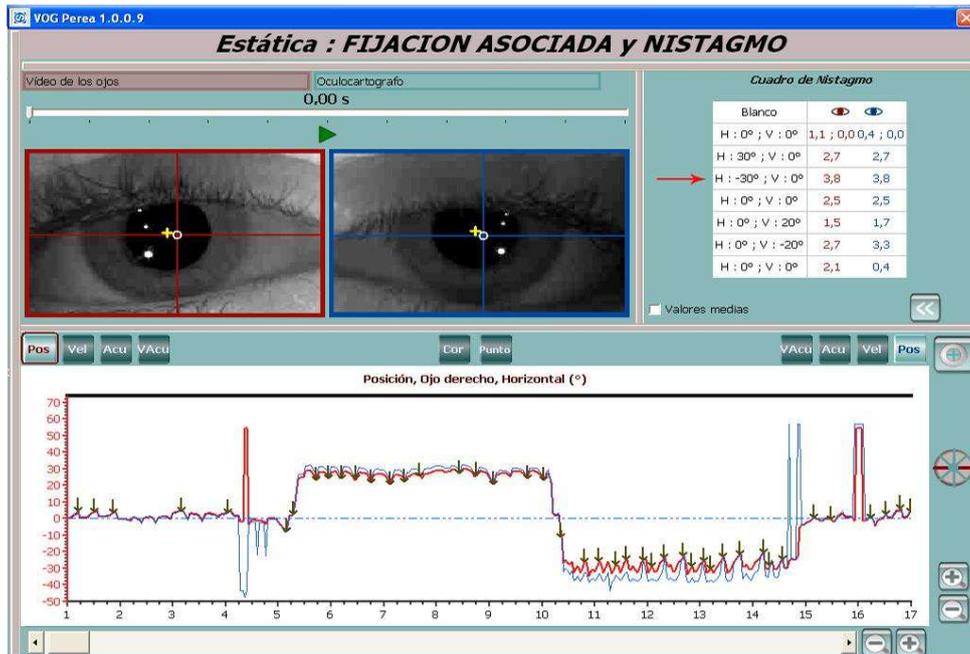


Figura 31. Nuevo caso de nistagmo con máximo disturbio en levoersión. Resaltado por la flecha roja del Cuadro de nistagmo, que aporta los valores de frecuencia en hercios (Hz). También, el mayor número de marcadores de nistagmo en el Oculocartógrafo.



Figura 32. Nistagmo en resorte.

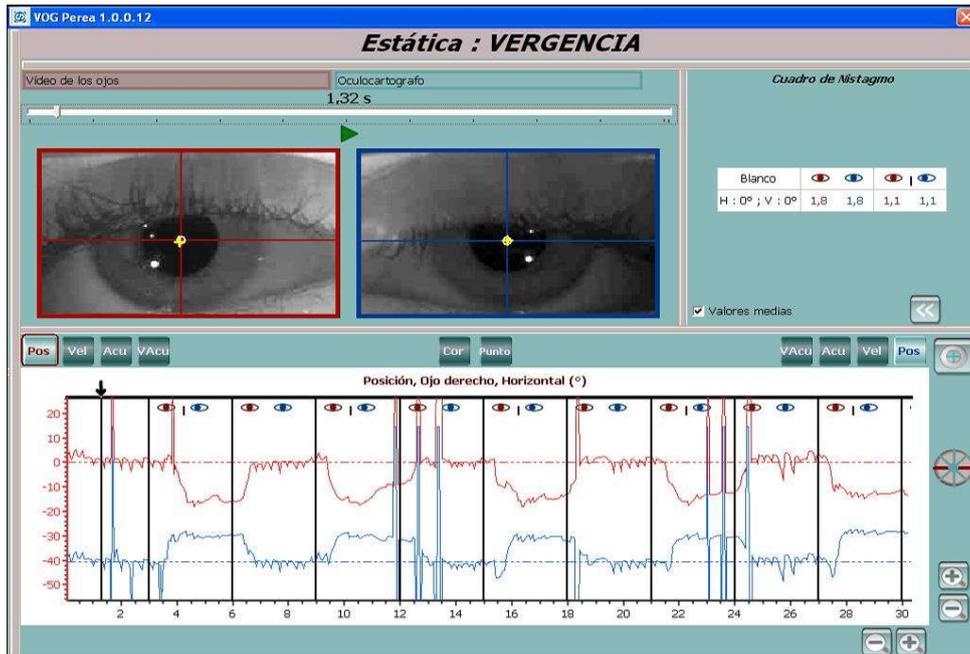


Figura 33. Nistagmo con bloqueo o, al menos, disminución importante de la frecuencia del mismo en convergencia.

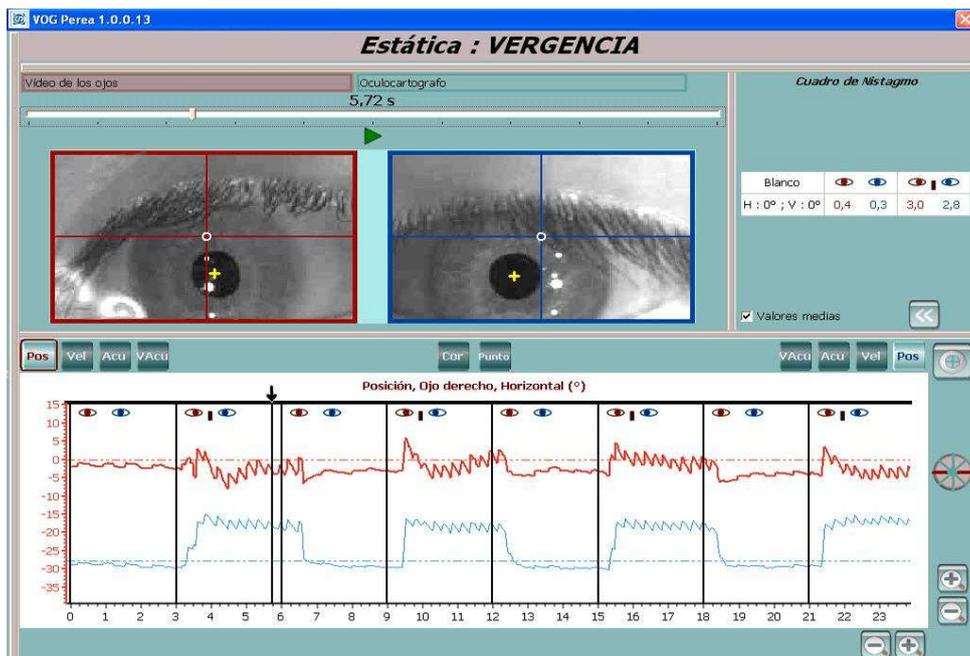


Figura 34. Nistagmo congénito en resorte con bloqueo en divergencia. Máximo disturbio en posición de convergencia.

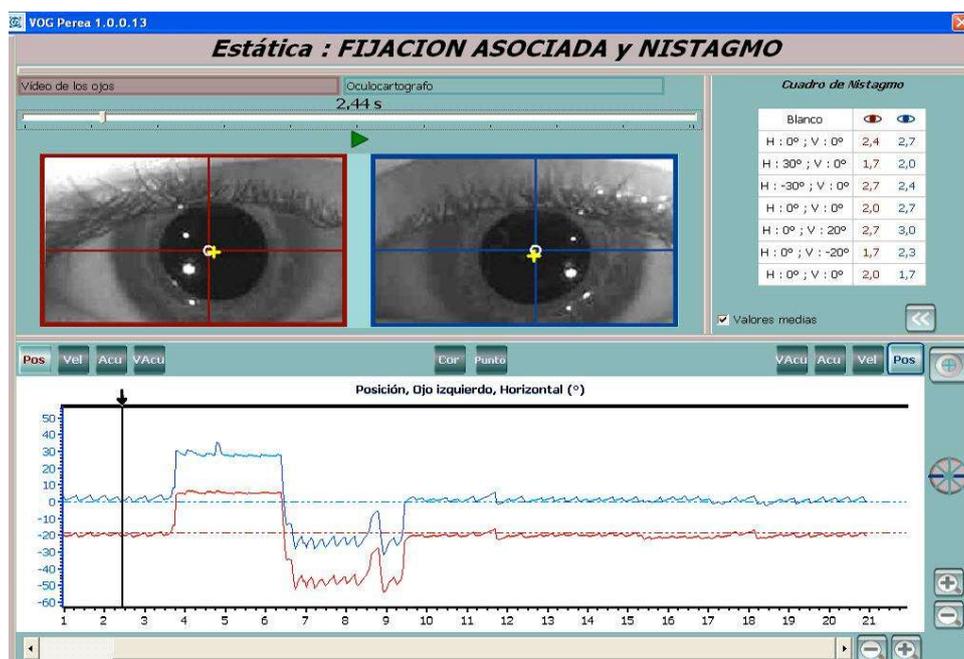


Figura 35. Nistagmo congénito en resorte sin posición de bloqueo.

## 5. COVER TEST ALTERNANTE)

A diferencia del estudio de fijación asociada (ambos ojos descubiertos), este apartado valora el ángulo de estrabismo en estado de máxima disociación. Al ocluir uno y otro ojo de modo alterno (*cover-test alternante*), podemos detectar incomitancias según ojo fijador (incomitancia de fijación). También, valores angulares con el añadido de foria (ángulos máximos). (Figuras 36-a, 36-b, 37-a y 37-b).

Existe la posibilidad de valorar mediante cover test alternante el ángulo

objetivo en posición primaria, y en posiciones laterales y verticales buscando incomitancias de versión y síndromes alfabéticos.

La gran ventaja de la video-oculografía sobre la cuantificación angular clásica es que esta exploración se realiza sin prismas. Advértase que las lentes prismáticas a partir de 20 dioptrías introducen efecto de distorsión que dificulta dicha prueba. Un estrabismo de 25 grados corresponde a 47 dioptrías prismáticas, valor dióptrico que imposibilita totalmente su práctica.

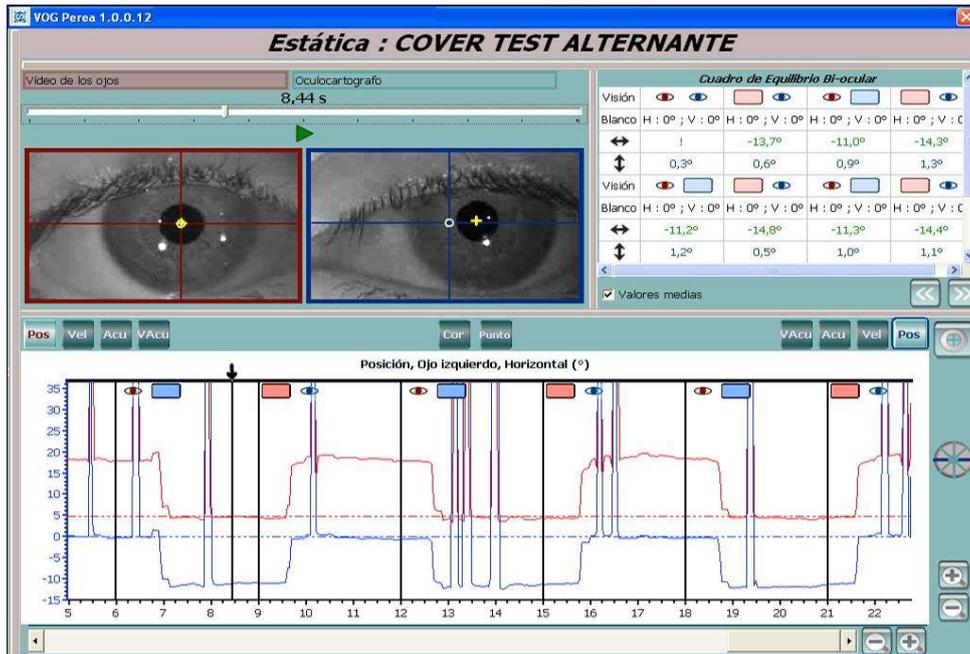


Figura 36-a. Cover test alternante.

Exotropía fijando OD. Los artefactos verticales de la gráfica son parpadeos.

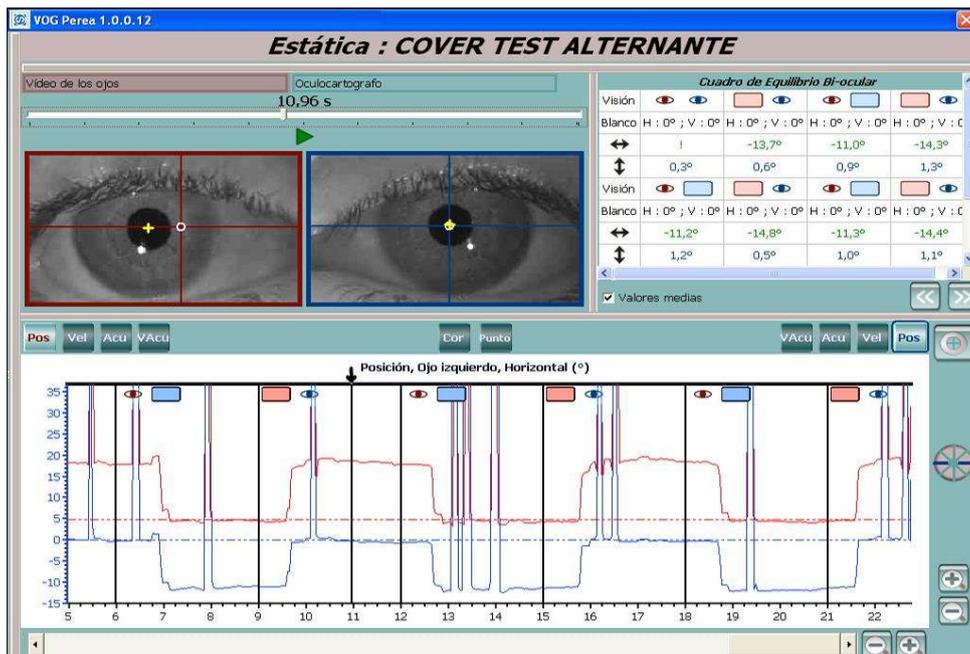


Figura 36-b. Cover test alternante.

Caso de la figura 36-a fijando OI.

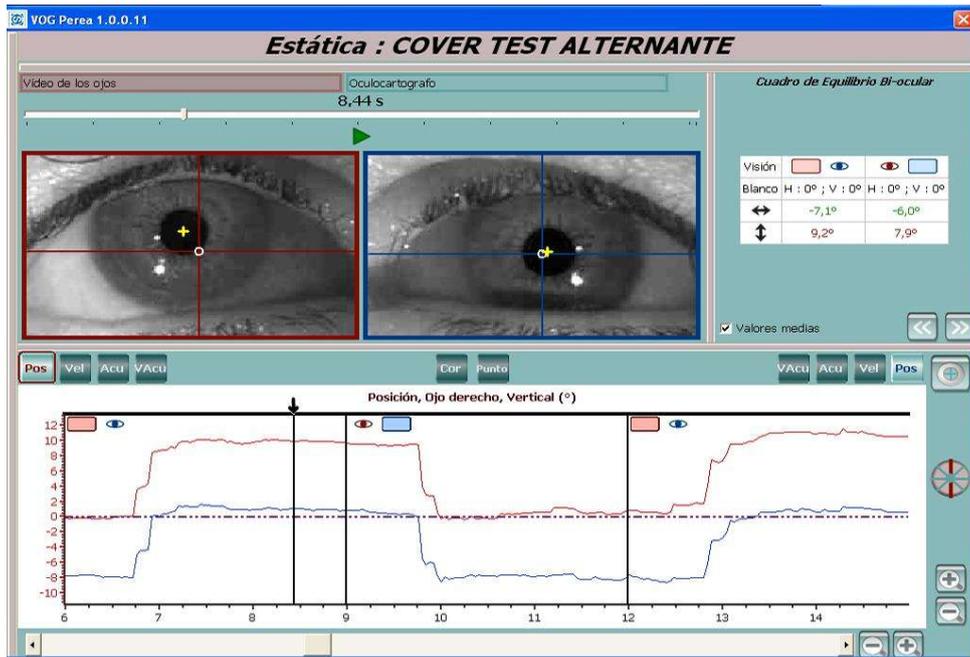


Figura 37-a. Cover test alternante.

Fijando OI, exotropía OD de  $-7,1^{\circ}$  e hipertropía OD de  $9,2^{\circ}$ .

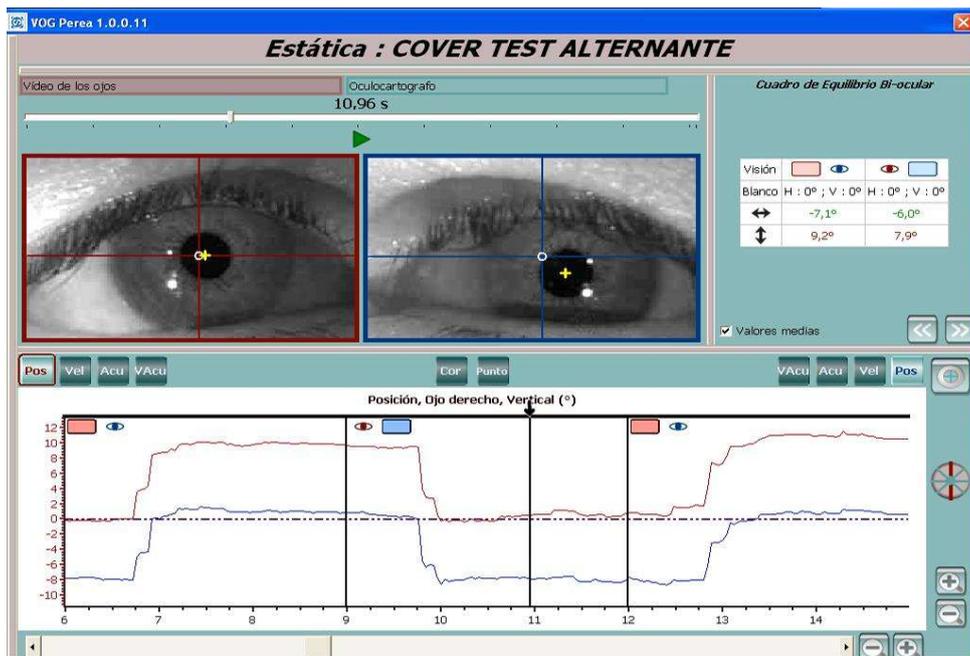


Figura 37-b. Cover test alternante.

Caso de la Figura 37-a, fijando OD. Exotropía OI de  $-6,0^{\circ}$  e hipertropía OD de  $7,9^{\circ}$ . En el Cuadro de Equilibrio bi-ocular aparecen siempre los valores del ojo más alto: Si es el OD se verá en color rojo, si es el OI en color azul. En el caso que nos ocupa, en ambas situaciones, fijando uno y otro ojo, el OD está siempre más alto que su congénere (mayor diferencia cuando fija el OI).

## 6. TEST DE LAS 4 DIOPTRÍAS (IRVINE-JAMPOLSKY)

(Trabajo publicado en *Anales del Instituto Barraquer*; VOL. XL, NUM. 1-2.)

El test de las 4 dioptrías, descrito por Rodman Irvine en 1944, y difundido por Arthur Jampolsky en 1964, provoca signos motores específicos, consecuencia de microtropía, en casos en los que el cover-test es incapaz de diagnosticar la microdesviación.

La video-oculografía permite cuantificar y registrar movimientos oculares muy pequeños (hasta de medio grado). Por ello, es procedimiento muy útil para la práctica de esta prueba.

En mi trabajo "Test de las 4 Dioptrias ¿realidad o quimera?", publicado

en Acta Estrabológica (2008, volumen 2), concluí con los dos hechos siguientes:

**A.** El test de Irvine-Jampolsky tiene todo valor en términos absolutos para diagnosticar la microtropía, siempre y cuando se utilice un método de exploración adecuado. Magnífico test y extraordinariamente efectivo, pero hay que interpretarlo adecuadamente. Se trata de comparar el microefecto al anteponer el prisma a uno y otro ojo, con resultado de movimiento bi-ocular cuando se hace ante el ojo dominante y ausencia de movimiento al realizarlo sobre el ojo desviado, debido al escotoma de neutralización de la microtropía, que se extiende desde el "punto zéro" de Jampolsky hasta la fóvea del ojo desviado (*escotoma de Harms*). **"Aquí debe terminar este estudio"**.

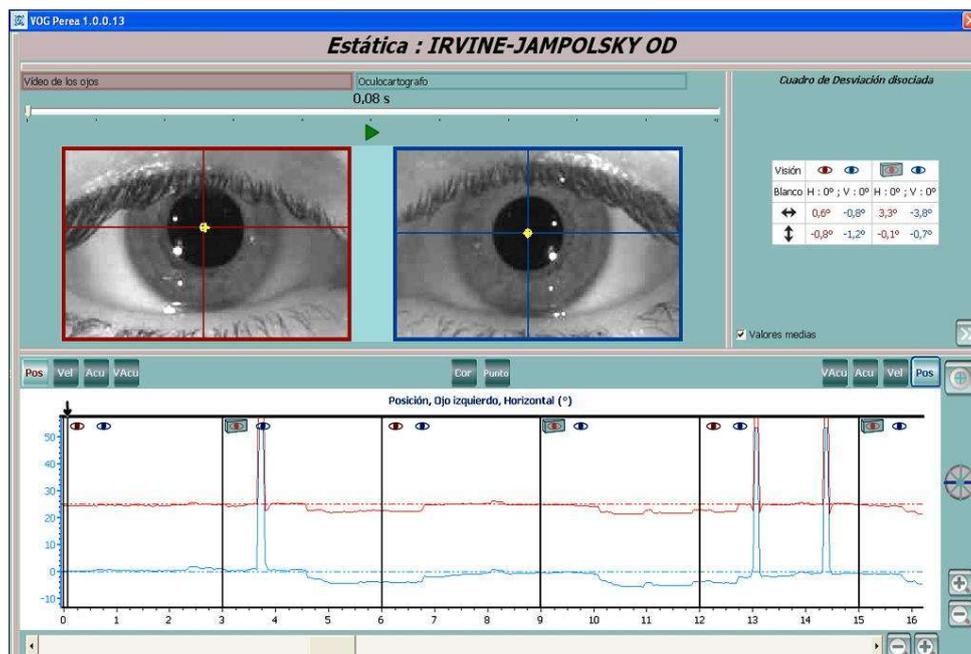


Figura 38-a. **Microtropía.** En PPM. Antes de anteponer el prisma al ojo dominante (en este caso OD).

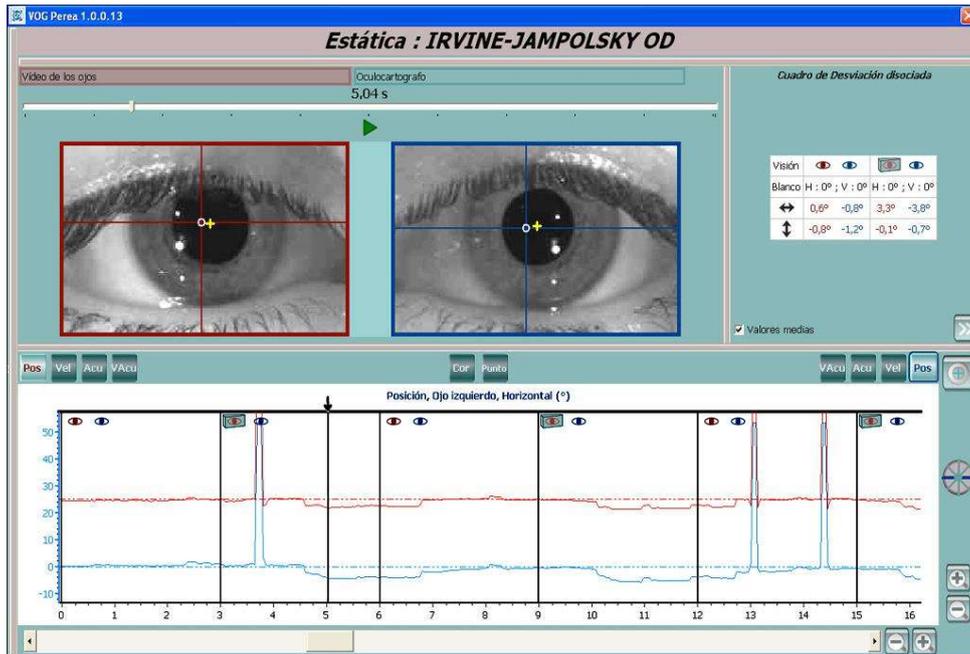


Figura 38-b. **Microtropía.** Caso de la Figura 38-a. Al situar el prisma de 4 dioptrías (base temporal) al ojo director (OD), hay desplazamiento aductor de este ojo prismado, que le acompaña su homólogo (OI) en virtud de la *Ley de Hering*.

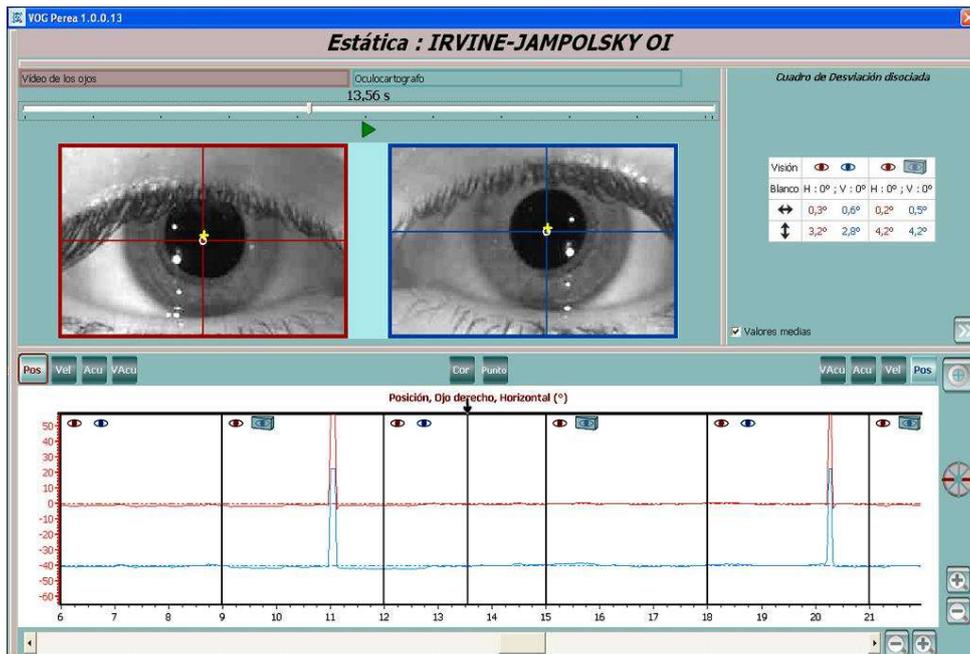


Figura 38-c. **Microtropía.** Enfermo de la Figura 38-a. En PPM antes de situar el prisma ante el ojo no-dominante.

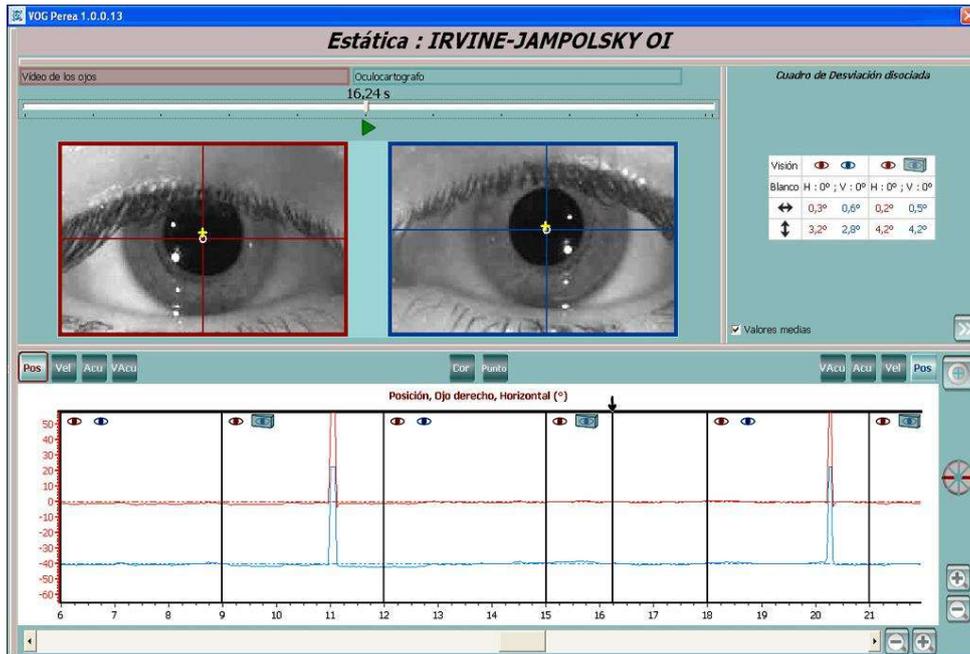


Figura 38-d. **Microtropía.** Enfermo de la Figura 38-a. Si el prisma de 4 dioptrías (base temporal) se antepone al ojo no-director (OI), al recaer la imagen en el "escotoma de Harms" no se produce movimiento alguno.

**B.** Quedó demostrado por video-oculografía, que el test de las 4 dioptrías no produce única respuesta en el paciente normal (ortotropía), como se venía aceptando desde Rodman Irvine hasta nuestros días, sino múltiples y diferentes. En fisiología, la respuesta motora a la anteposición del prisma es muy variable, por lo que tratar de hacer diagnóstico diferencial entre microtropía y ortotropía utilizando esta prueba es entrar en una dinámica que no sirve nada más que para confundir. De esto se deduce la mala prensa que ha tenido. A mi juicio, es imposible interpretar de este modo el test de Irvine-Jampolsky. Nuestras investigaciones más recientes han detectado por video-oculografía hasta cinco tipos clínicos distintos (A, B, C, D y E).

El estudio se ha realizado sobre una muestra de 100 pacientes normales (trabajadores del Hospital y familiares de los mismos). Se han descartado personas con deficiencias intelectuales básicas. El criterio de normalidad ocular ha sido referido a:

- Agudeza visual con o sin corrección.
- Sensibilidad al contraste.
- No anisometropía o inferior a 1 dioptría esférica o cilíndrica.
- Ortotropía. Visión binocular normal y estereoagudeza de 30 segundos de arco o mejor al Randot-test y al TNO-test.

El trabajo lo realizó la misma ortoptista. El equipo de exploración utilizado fue el equipo de video-oculografía VOG Perea.

## Resultados

1. Hemos detectado nuevos tipos clínicos.
2. Queda modificada mi clasificación del año 2008, de este modo:

**Tipo A:** El ojo prismado hace un movimiento lento de convergencia

asimétrica para fusionar con el otro ojo la imagen que el prisma ha desplazado en él (Figura 39).

**Tipo B:** Ausencia de movimiento en los dos ojos. El ojo no prismado sigue fijando el test, y el otro es incapaz de hacer movimiento de convergencia fusional alguno, manteniéndose la diplopía cruzada que desde el primer momento provocó el prisma (Figura 40).

**Tipo C:** El ojo prismado realiza movimiento de aducción rápido, que es acompañado por el otro ojo en un sacádico conjugado, dando cumplimiento a la ley de Hering. El paciente es incapaz de modificar esta situación, por lo que seguirá en situación de diplopía cruzada (Figura 41).

**Tipo D:** El ojo prismado hace movimiento de refijación aductora para situar la imagen retiniana desplazada por el prisma sobre su fovea, lo que conlleva un sacádico del otro ojo de acuerdo a la ley de Hering. Finalmente este ojo no prismado realiza un movimiento de convergencia fusional asimétrica para evitar la diplopía provocada por la lente prismática (Figuras 42, 42-a, 42-b, 42-c, 42-d).

**Tipo E:** Combinación de los tipos clínicos anteriores (Figuras 43-a, 43-b y 44).

## Conclusiones

- a) Seguimos opinando que el test de las 4 dioptrías es esencial para el diagnóstico de microtropías, siempre y cuando utilicemos métodos de exploración sensibles y aptos para poder captar micromovimientos. En la actualidad, el único disponible es la video-oculografía asistida por ordenador.
- b) Comparar cuando se explora realizando el test de las 4 dioptrías, lo que resulta en microtropía con respecto a ortotropía, hay que desecharlo por ser factor inductivo de confusión.
- c) El test de las 4 dioptrías, investigado mediante video-oculografía con el dispositivo VOG Perea, es un magnífico test diagnóstico de microtropía, pero por sí mismo y utilizado en el paciente enfermo, sin compararlo con el desplazamiento bi-ocular prismático en el normal.

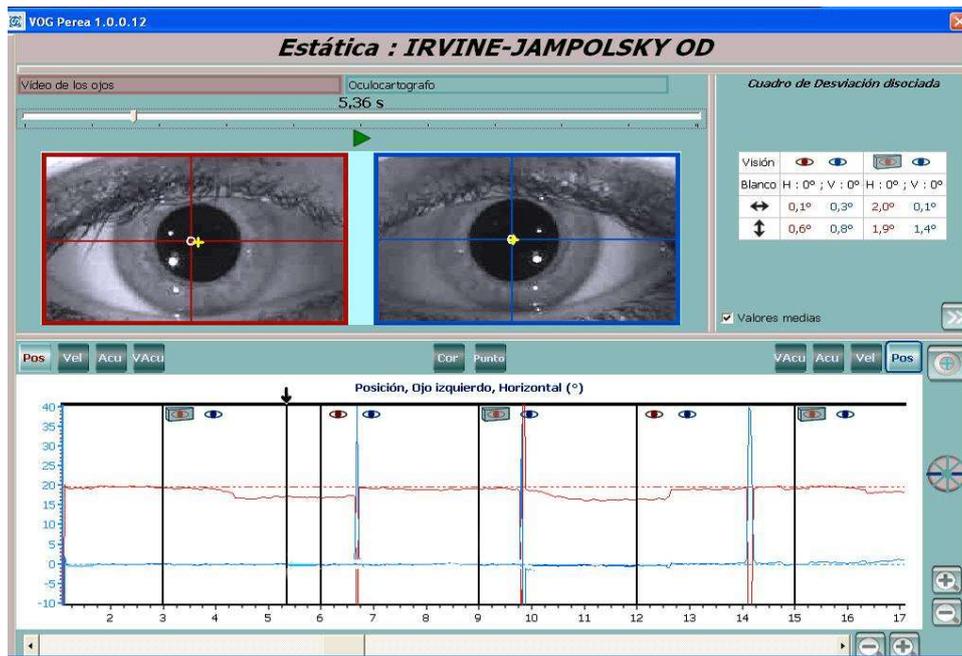


Figura 39. Test de las 4 D en paciente normal. Tipo clínico A de mi clasificación.

En la gráfica del Oculoscopio se ve la línea recta de OI que mantiene la fijación. Así mismo, se observa el movimiento “lento” de convergencia fusional asimétrica del OD prismado.

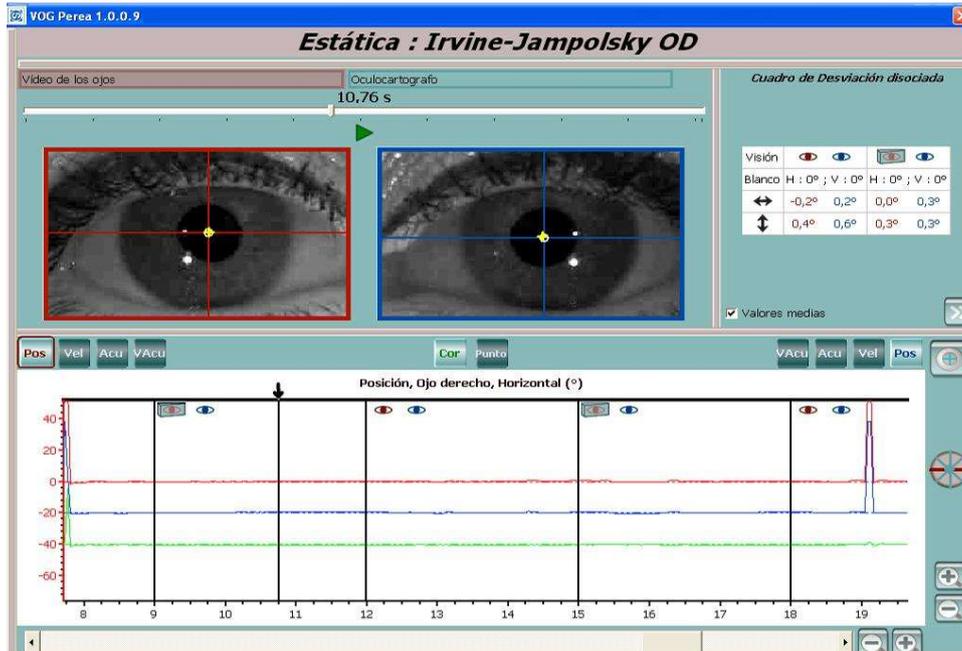


Figura 40. Test de las 4 D en paciente normal. Tipo clínico B.

Al anteponer el prisma al OD no se aprecia movimiento alguno en ambos ojos.

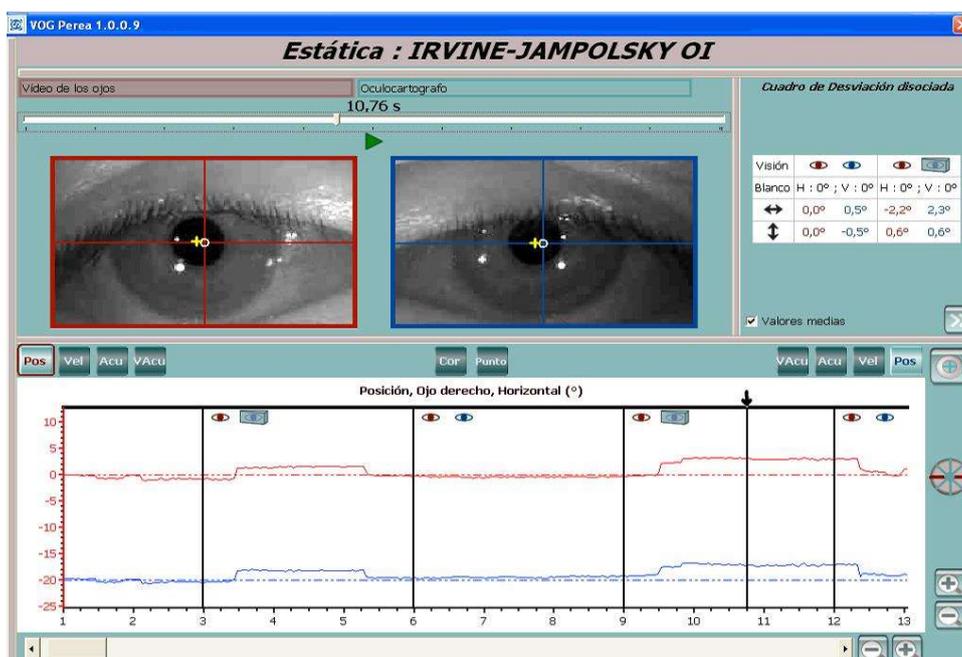


Figura 41. Test de las 4 D en paciente normal. Tipo clínico C.

En este otro paciente, al colocar el prisma ante el OI hay movimiento "rápido" de aducción de este ojo, acompañado por otro conjugado del OD (Ley de Hering), sin poder fusionar ambas imágenes para vencer la diplopía cruzada provocada por el prisma.

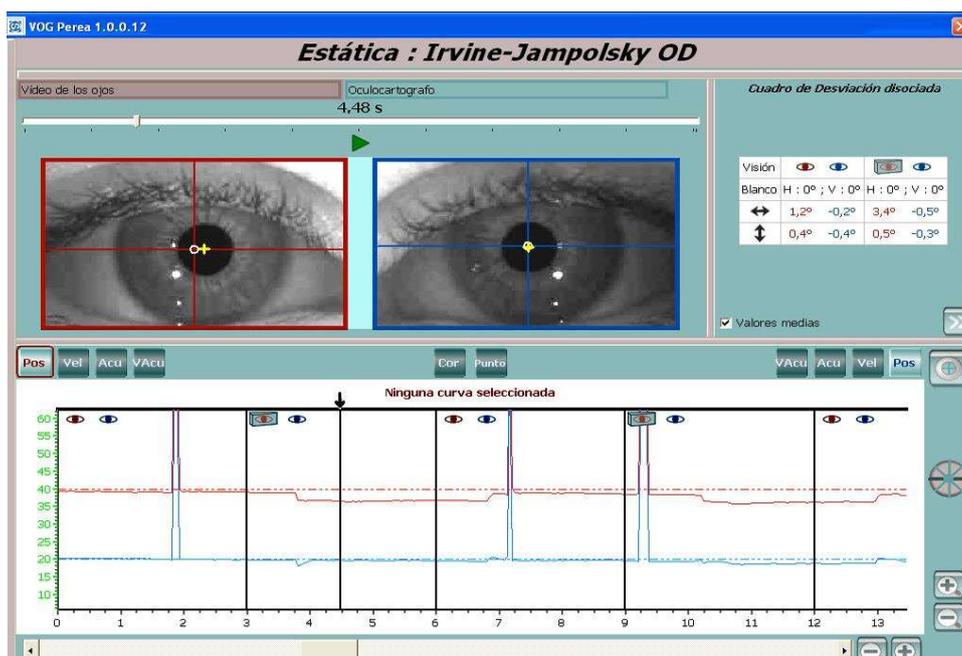


Figura 42. Test de las 4 D en paciente normal. Tipo clínico D.

En este tipo clínico, el prisma situado ante el ojo derecho induce un movimiento "rápido" de aducción de este ojo, que acompaña en movimiento conjugado (Ley de Hering) el OI. A partir de este momento el OI recompone la fusión por convergencia asimétrica de este ojo.

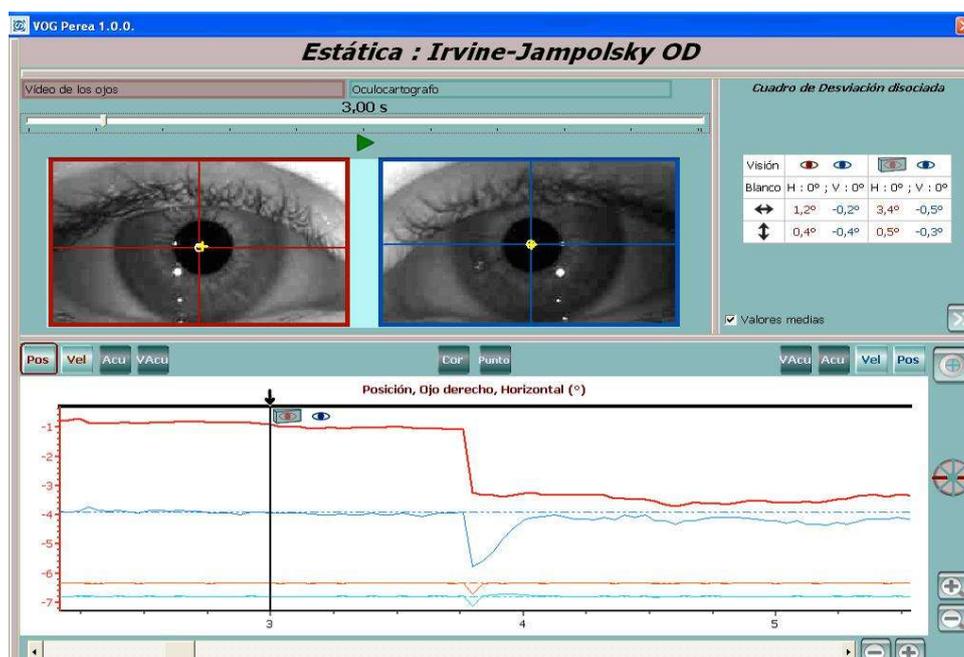


Figura 42-a. Caso de la Figura 42. Representa el momento (3,00s) en el que se antepone al OD el prisma de 4 D base externa. Antes de iniciar el movimiento hay un periodo de latencia (en este caso de 760 ms), como puede verse comparando la Figura 42-a y la Figura 42-b (ésta representa el instante (3,76s) de inicio del movimiento).

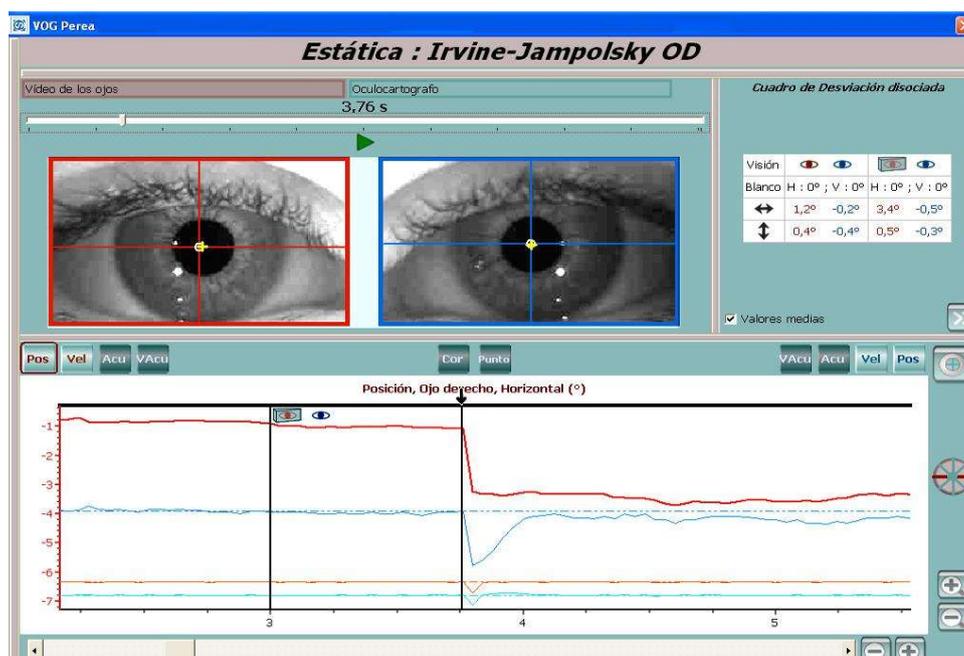


Figura 42-b. Caso de la Figura 42. Momento (3,76s) en el que termina la fase de latencia y el OD va a comenzar el movimiento aductor (rápido) para situar la imagen del objeto fijado sobre su fóvea.

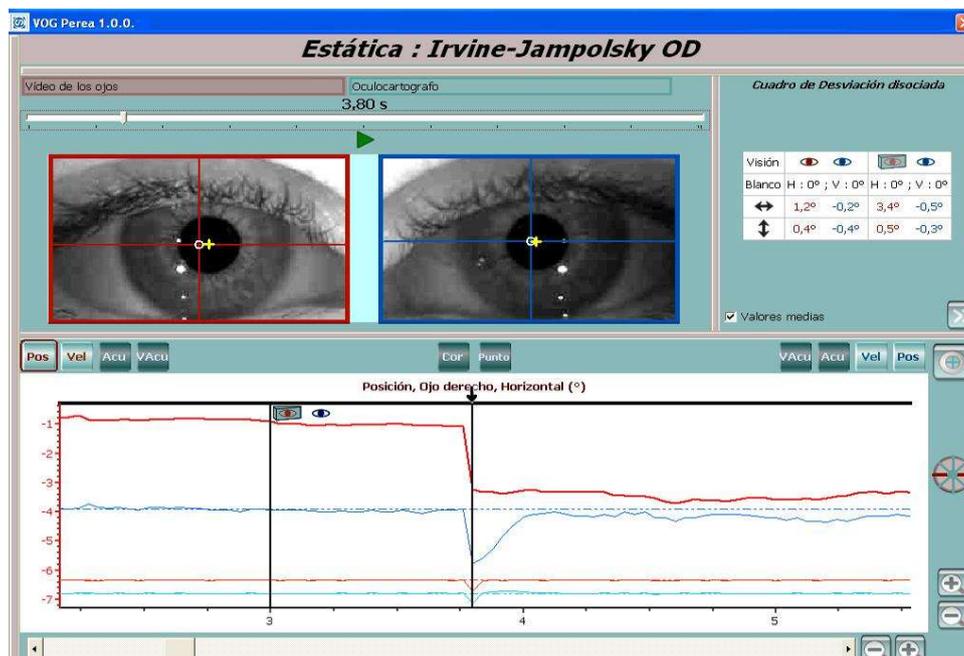


Figura 42-c. Caso de la Figura 42. El ojo con prisma (OD) realiza movimiento de aducción para situar la fóvea en el lugar donde ha sido desplazada la imagen en la retina de este ojo prismado. Al tiempo, el ojo sin prisma (OI) es arrastrado, por la ley de Hering, en movimiento conjugado sacádico por el del ojo derecho. El paciente queda en situación de diplopía. En el Oculoscopio se ve cómo los dos ojos efectúan el mismo movimiento en correspondencia motora. Las velocidades del movimiento, reflejadas en las dos gráficas inferiores son, así mismo, perfectamente sinérgicas.

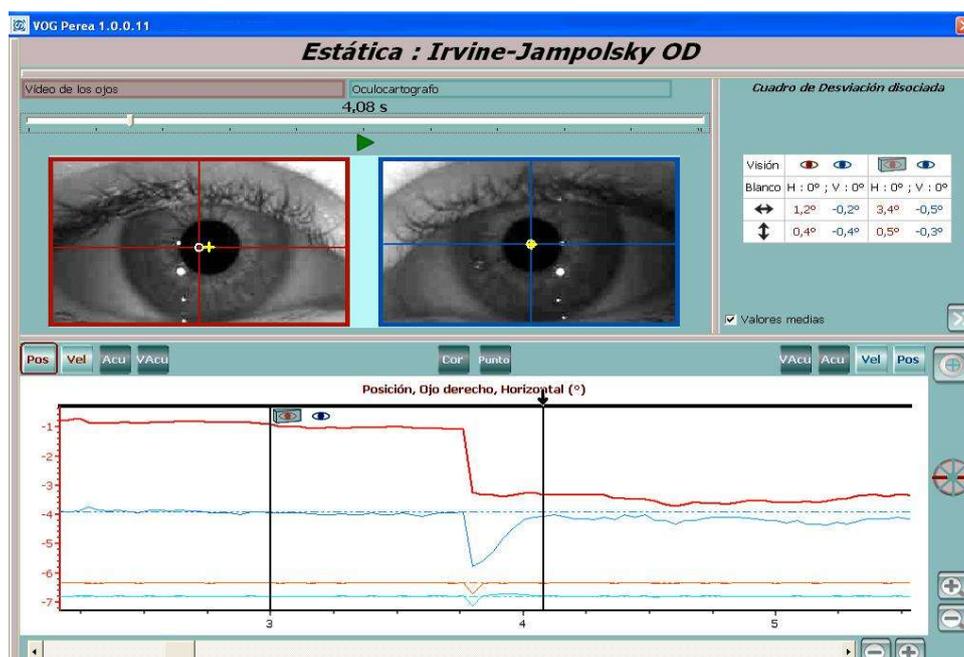


Figura 42-d. Caso de la Figura 42. El ojo sin prisma (OI) recompone la situación con un movimiento lento de aducción (convergencia fusional asimétrica), para vencer la diplopía. En el Oculoscopio se aprecia el OD con la desviación de 4 dioptrías (2 grados) debido al prisma, mientras que el OI está perfectamente recto fusionando con su homólogo.

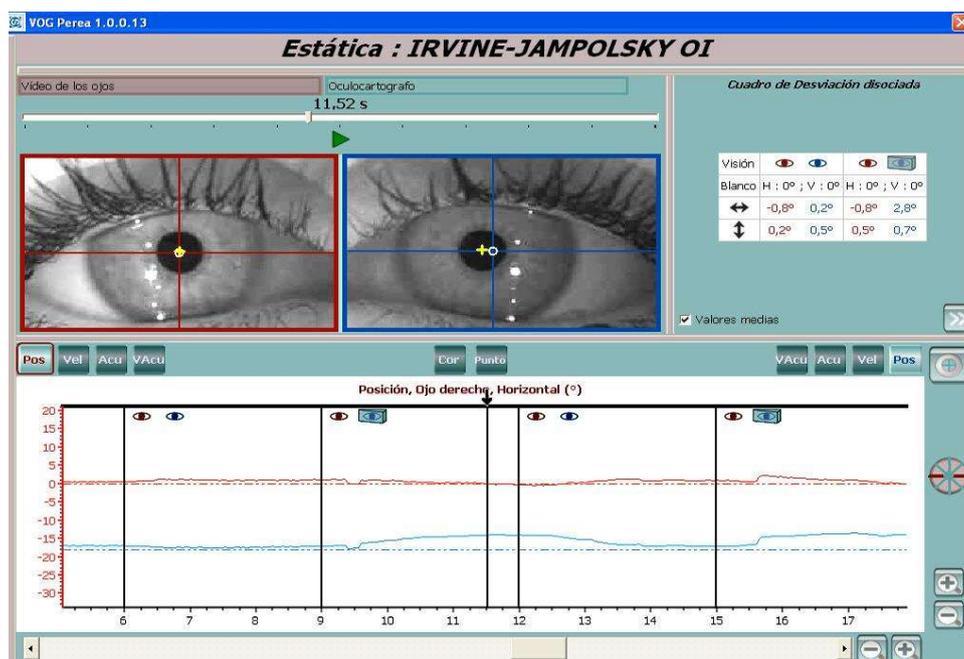


Figura 43-a. En este enfermo encontramos los Tipos A y D. Al anteponer el prisma delante del ojo izquierdo.

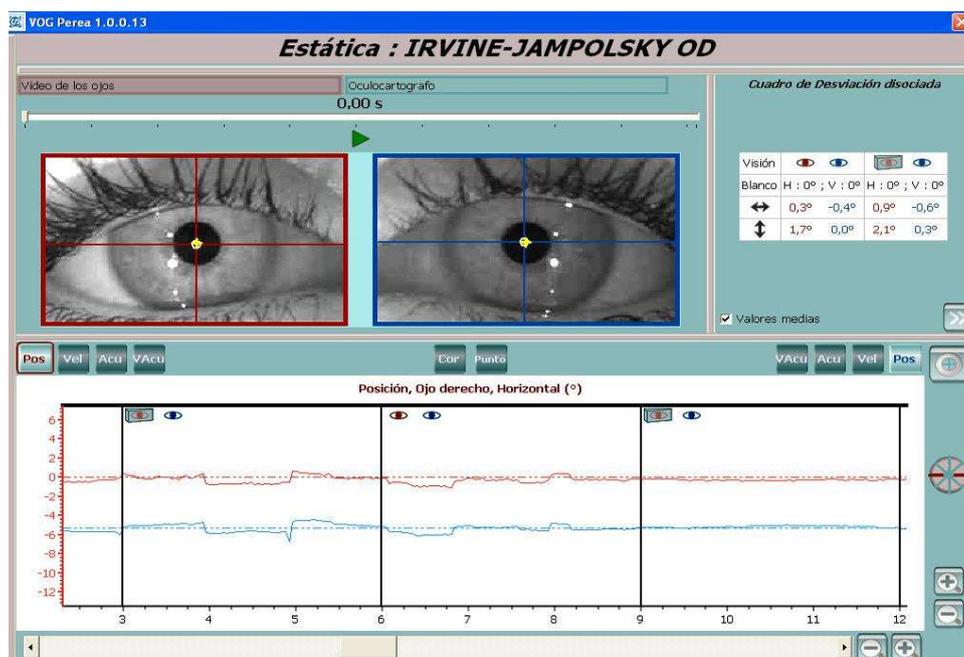


Figura 43-b. En el mismo paciente de la Figura 43-a, al anteponer el prisma ante el ojo derecho, se observa que en el primer movimiento de la gráfica hay el Tipo clínico C, mientras que en el segundo momento de prismación de este mismo ojo encontramos el Tipo clínico B (en el que no se ve accidente alguno). Es decir que en el mismo enfermo hemos podido observar los cuatro tipos clínicos o cuatro maneras de responder a la prismación en el test de las 4 dioptrías.

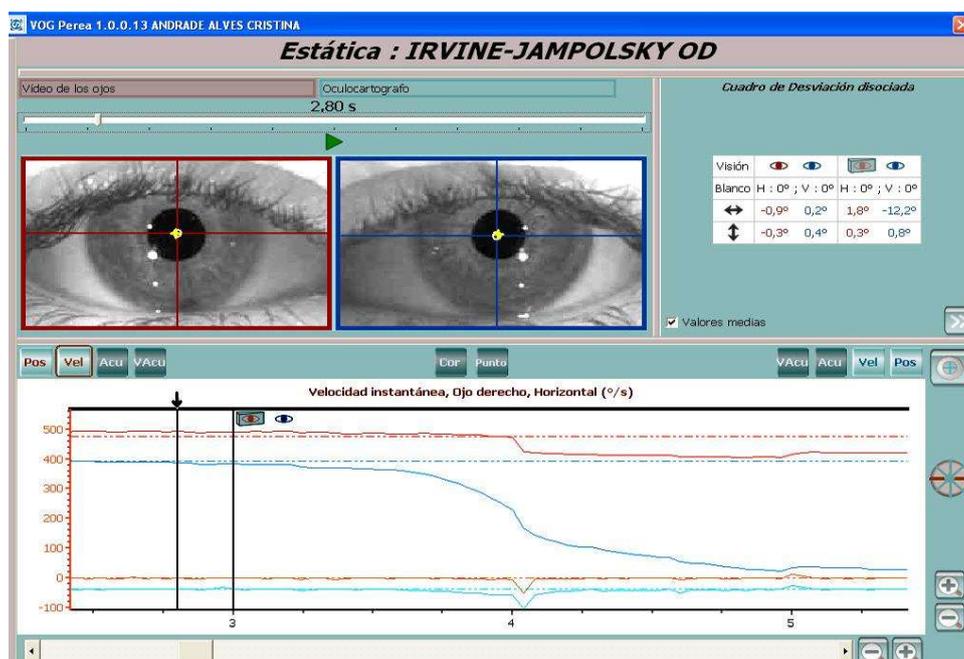


Figura 44. Test de las 4 D en paciente normal. Tipo clínico C.

Tipo clínico C en una exoforia-tropia, en el que el prisma actúa como agente disociante. El movimiento fórico lento del OI comienza antes de que el OD (prismado) desencadene el movimiento brusco de aducción acompañado del de su homólogo por la Ley de Hering. Terminado el movimiento prismático, aun resta otro movimiento del componente de foria del OI que concluye a continuación.

## 7. DUCCIONES

El estudio de las ducciones con el video-oculógrafo aporta más rigor que el que se realiza con linterna de forma habitual en clínica. Puede comprobarse el estado del *campo de mirada* del paciente. Es, así mismo, procedimiento recomendable a utilizar cuando se inicia el estudio de parálisis.

## 8. VERSIONES

El estudio de las versiones es, tal vez, la aplicación más importante que puede hacerse con videocámara. La exploración se realiza en binocular y monocular, fijando uno y otro ojo. Como característica más importante de la gráfica obtenida en el individuo normal es la *correspondencia motora, sinergia* o *congruencia*, que resulta en virtud de la **ley de Hering (1879)** y de la **Ley de Equivalencia Motora de Quéré**. Gráficas

exactas de los dos ojos en morfología, amplitud y velocidad. Son:

\* *Movimientos sacádicos*: Binocular y monocular (Fij. OD y Fij. OI).  
(Figuras 45, 46 y 47).

\* *Movimientos de seguimiento*: Binocular y monocular (Fij. OD y Fij. OI).  
(Figuras 48, 49, 50 y 51).

\* *Nistagmo optocinético*: Binocular y monocular (Fij. OD y Fij. OI).  
(Figuras 52 y 53).

Estos movimientos de versión se efectúan en sentido horizontal, vertical, y oblicuo (derecho e izquierdo). Es decir, partiendo de la posición primaria de mirada, verificaremos las respuestas de los movimientos ejecutados hacia las posiciones secundarias (dextro-levoversión y supra-infraversión) y terciarias (supra-dextro e infra-dextroversión y supra-levo e infra-levoversión).

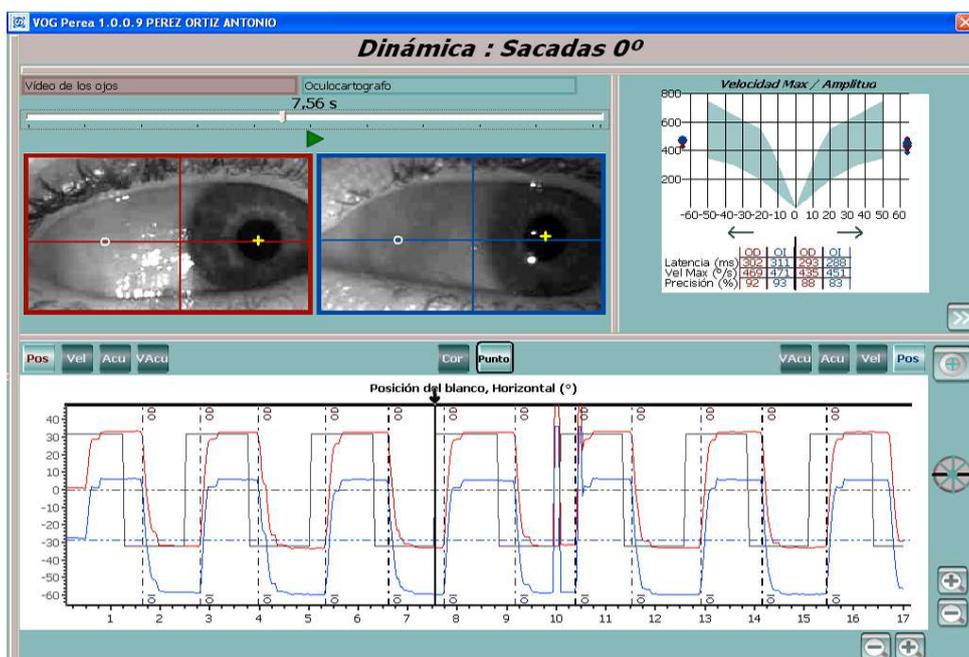


Figura 45. **Movimientos sacádicos.** Estudio bi-ocular. El OD (en rojo) mantiene correspondencia motora con el OI (en azul). La gráfica gris representa el "testigo", o sea, el movimiento que hace el estímulo que han de seguir fielmente ambos ojos. El testigo (gris) es el referente para determinar la latencia. La marca vertical gris discontinua señala el inicio del movimiento de los ojos. El *Oculoscopio* indica el instante (7,56s), en el que se ha movido el estímulo (circulo blanco), también marcado en el *Oculógrafo*, que como se ve coincide el momento (flecha negra) con el inicio de la gráfica gris (estímulo). El Diagrama del ángulo superior derecho señala las medias de los parámetros: latencia, velocidad máxima y precisión.

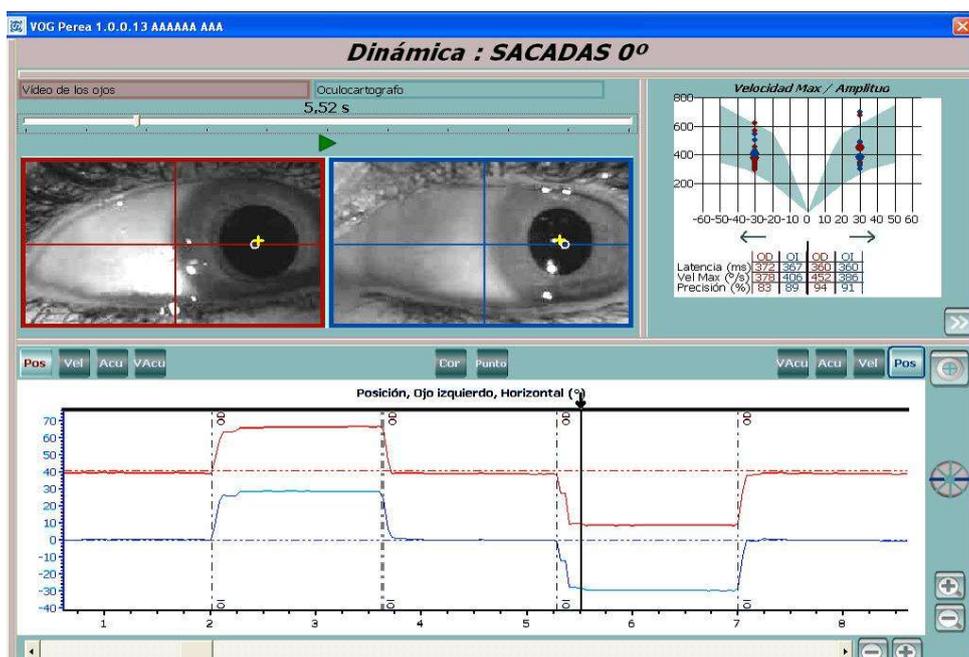


Figura 46. **Movimientos sacádicos.**

Prueba realizada con el ojo derecho ocluido. Hay correspondencia motora, de acuerdo a la *Ley de Equivalencia motora*.

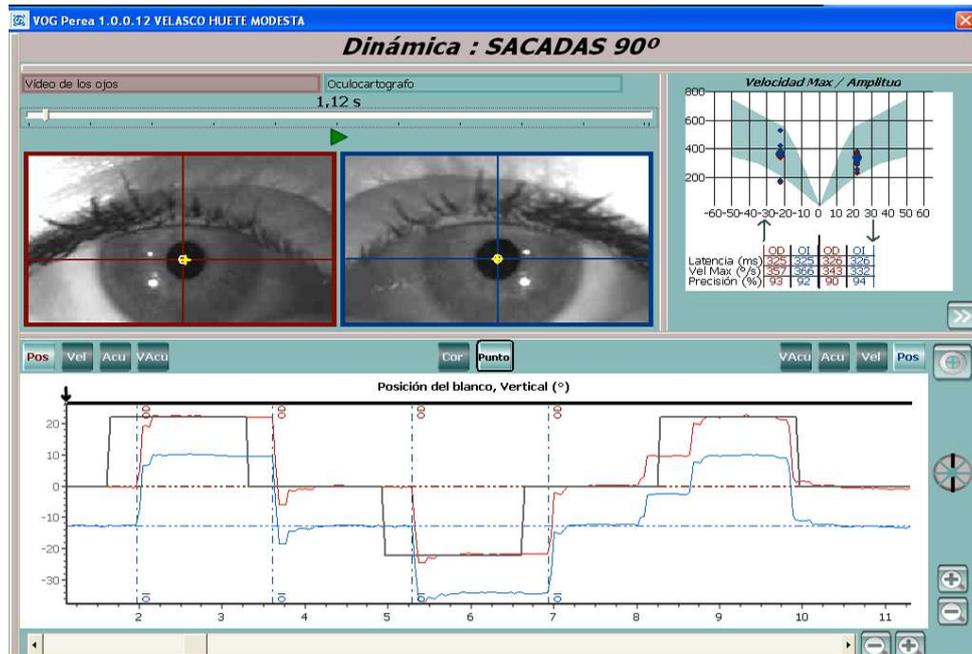


Figura 47. Movimientos sacádicos verticales pasando por el centro.

La distancia recorrida es  $24^\circ$  en cada movimiento (supraversión e infraversión). En gris el desplazamiento del estímulo. La anarquía sinérgica del último movimiento en el *Oculógrafo* corresponde al adelantamiento de los ojos al estímulo (como puede apreciarse al comparar los gráficos coloreados del movimiento de los ojos, con el gris representativo del movimiento del estímulo).

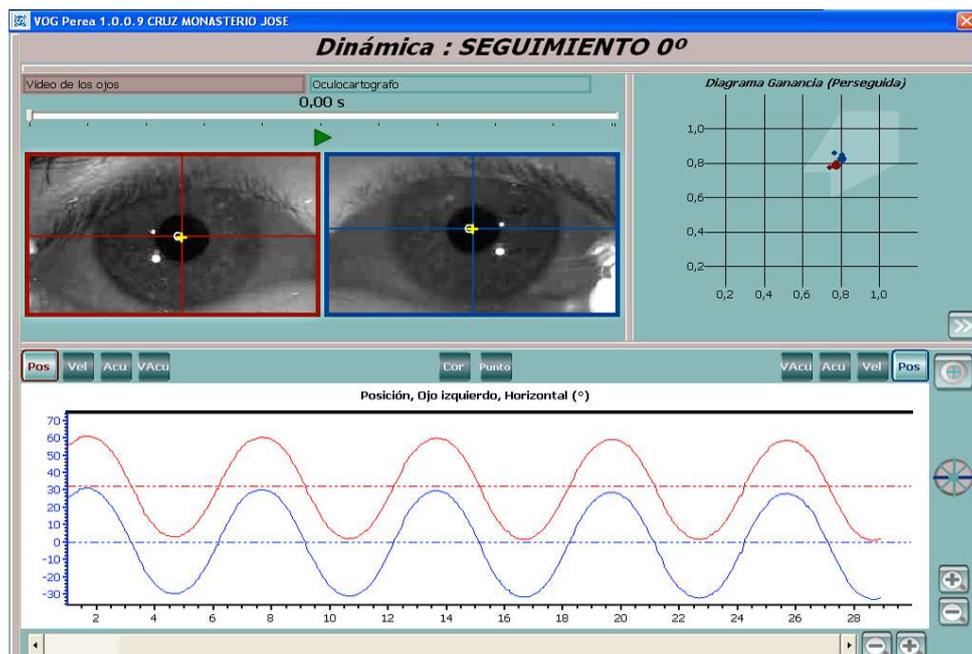


Figura 48. Movimiento de seguimiento normal (ambos ojos desocuidos).

Perfecta sinergia entre las gráficas de ambos ojos de acuerdo a la *ley de Hering*.

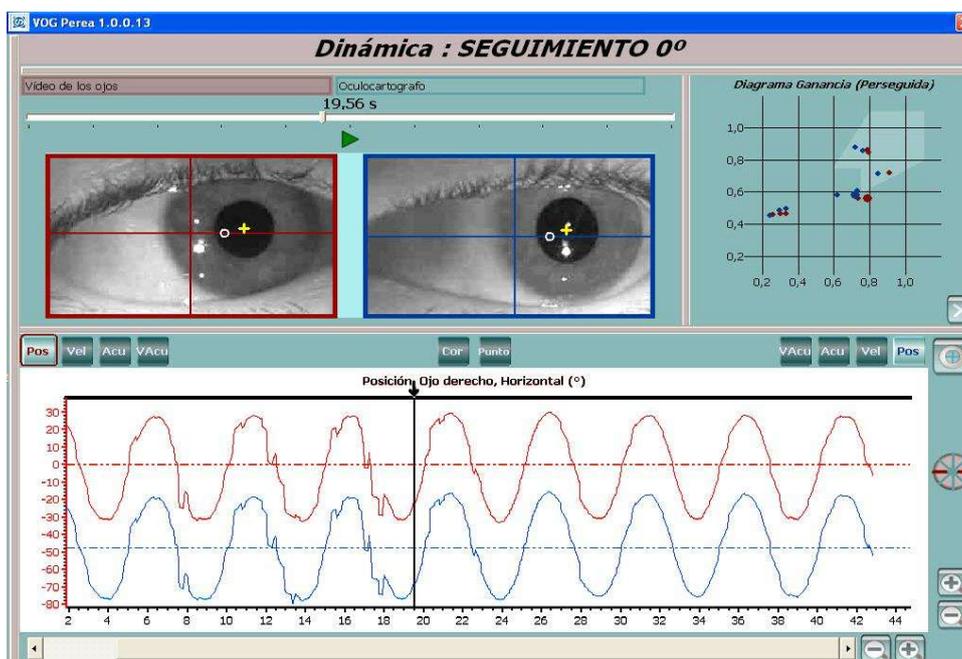


Figura 49. Movimiento de seguimiento normal. (Influencia del entrenamiento)

Paciente normal que ha necesitado algunos movimientos previos para darse cuenta de lo que se le pide en la prueba. Lo reflejan los primeros desplazamientos anárquicos al compararlo con los dos últimos movimientos de la pantalla del *Oculógrafo*, rigurosamente normales.

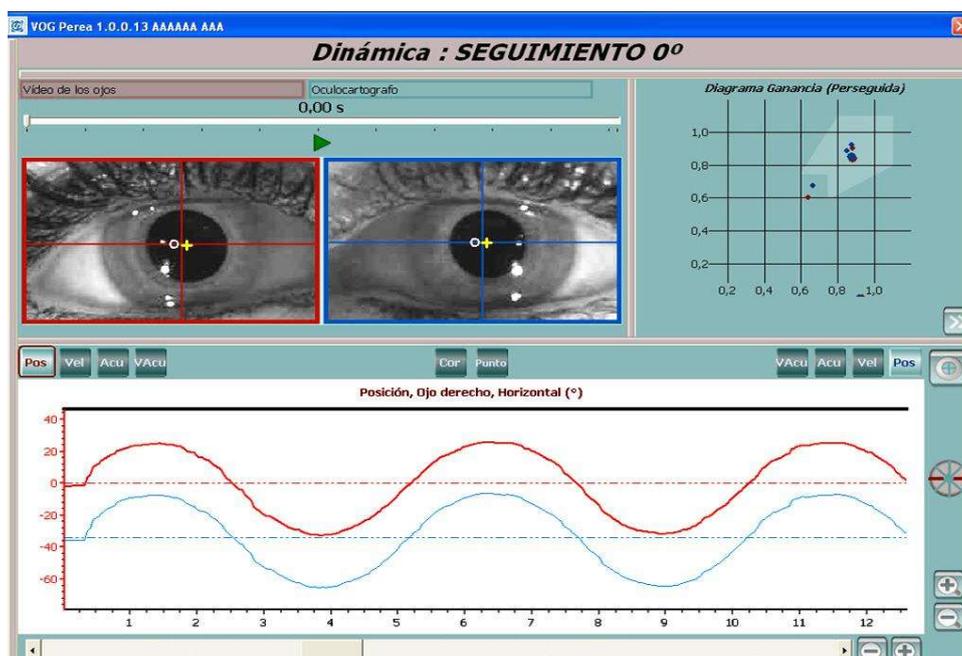


Figura 50. Movimiento de seguimiento normal (ojo derecho ocluido).

No obstante, hay perfecta sinergia en ambas gráficas, de acuerdo a la *ley de Equivalencia motora de Quéreé*.

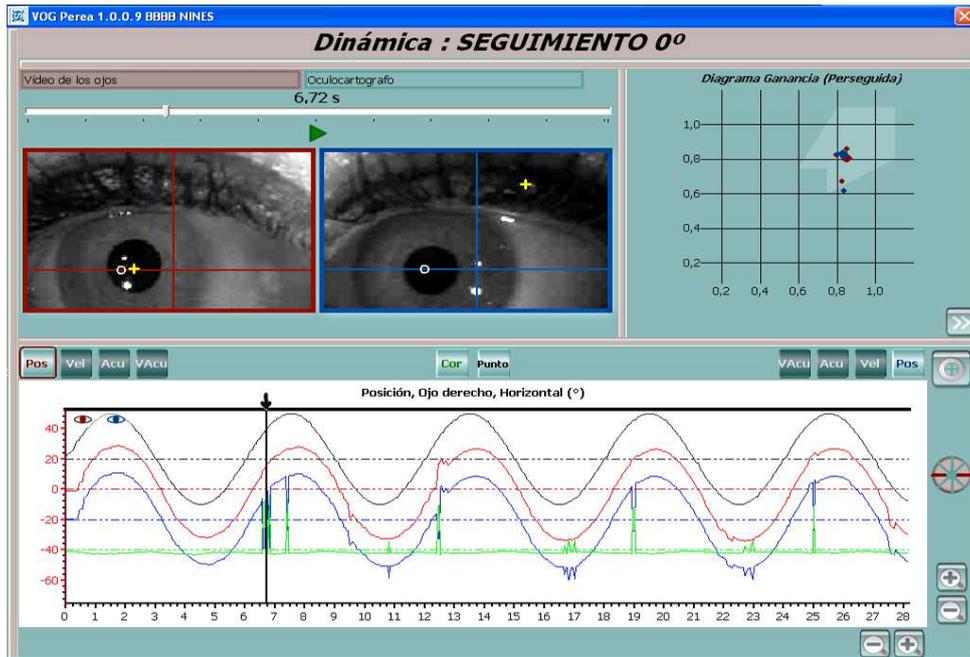


Figura 51. Movimiento de seguimiento normal.

En el *Oculógrafo* se ve un accidente en el OI (gráfica azul), señalado con la flecha negra. Muestra la fuga que, por error técnico, hace la marca que corresponde al centro pupilar del OI (cruz amarilla) buscando el negro del teñido de las pestañas de la paciente, tal y como se aprecia en el *Oculoscopio*. La enseñanza que aporta es que la exploración conviene hacerla con los ojos desmaquillados.

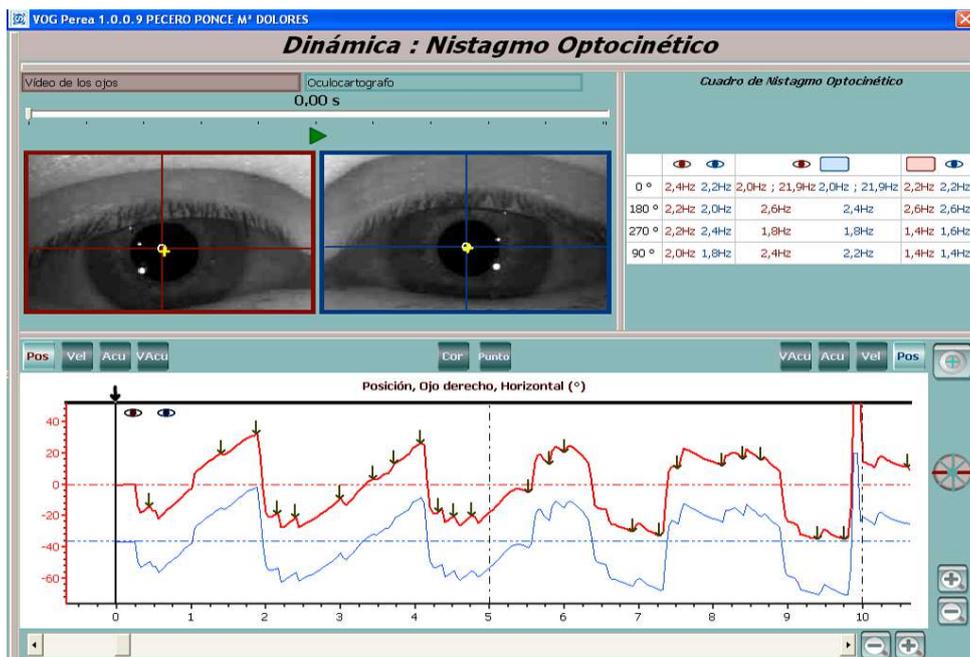


Figura 52. Nistagmo optocinético normal.

Ambos ojos descubiertos. Cumplimenta la *Ley de Hering* (ley de la correspondencia motora binocular).

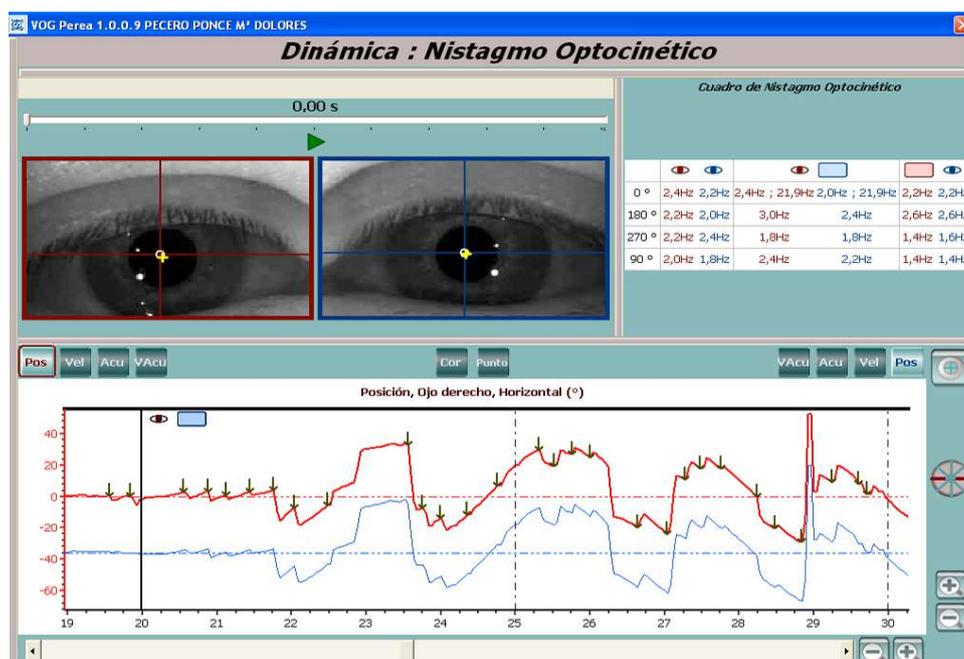


Figura 53. Nistagmo optocinético normal.

Ojo izquierdo ocluido. En la gráfica queda reflejada la *Ley de Equivalencia motora* de Quére.

## 9. COORDIMETRÍA SACADICA Y DE SEGUIMIENTO

Por Coordimetría se entiende la medición de los movimientos oculares. Su utilidad es determinar las hipofunciones o limitaciones motoras de los músculos oculares y las hiperfunciones. La gran ventaja sobre la pantalla de Hess-Lancaster es poder realizarla en pacientes con correspondencia retiniana anómala. La mejora sobre el sinoptómetro es su capacidad para ver en tiempo real el movimiento bi-ocular y la gráfica de los mismos, así como registrarlos y grabarlos para su posterior estudio.

Puede hacerse la prueba mediante movimientos sacádicos (Figuras 54 y 55) o de seguimiento (Figura 57). Con los dos ojos descubiertos o disociándolos con colores complementarios utilizando el Test de Coordimetría infrarroja (test de Perea).

La Coordimetría infrarroja (Figura 56) es un test a utilizar en video-oculografía cuando la iluminación bi-ocular se realiza con radiación infrarroja. Este procedimiento de exploración utiliza la anteposición a un ojo de un cristal rojo, de color complementario al estímulo verde

proyectado en la pantalla. De este modo, el ojo que porta el cristal rojo no ve el estímulo y es como si estuviera ocluido, aunque sus desplazamientos son captados perfectamente por la cámara al trabajar el equipo iluminando los ojos con luz infrarroja. Así pues, el filtro rojo hace de ocluidor del estímulo proyectado, con lo que se estudian ambos ojos si bien fijando el ojo que no porta el cristal rojo. Es decir, cuando el filtro rojo se antepone al ojo izquierdo, el ojo fijador es el derecho. Cuando el filtro rojo se sitúa delante del ojo derecho, el ojo fijador es el ojo izquierdo.

Es prueba a utilizar, por los datos que aporta, en heteroforias (Figura 58) y estrabismos (Figura 59, 60-a y 60-b), aunque donde debe considerarse como fundamental es en la exploración de paresias, parálisis óculo-motoras (Figura 61 y 62), y en síndromes restrictivos. En las paresias y parálisis, la Coordimetría infrarroja evita la confusión que puede experimentar el enfermo estando con los dos ojos descubiertos que duda cual de los dos imágenes diplópicas tiene que mirar, alternando la fijación durante la prueba dando lugar a la invalidación de la misma.

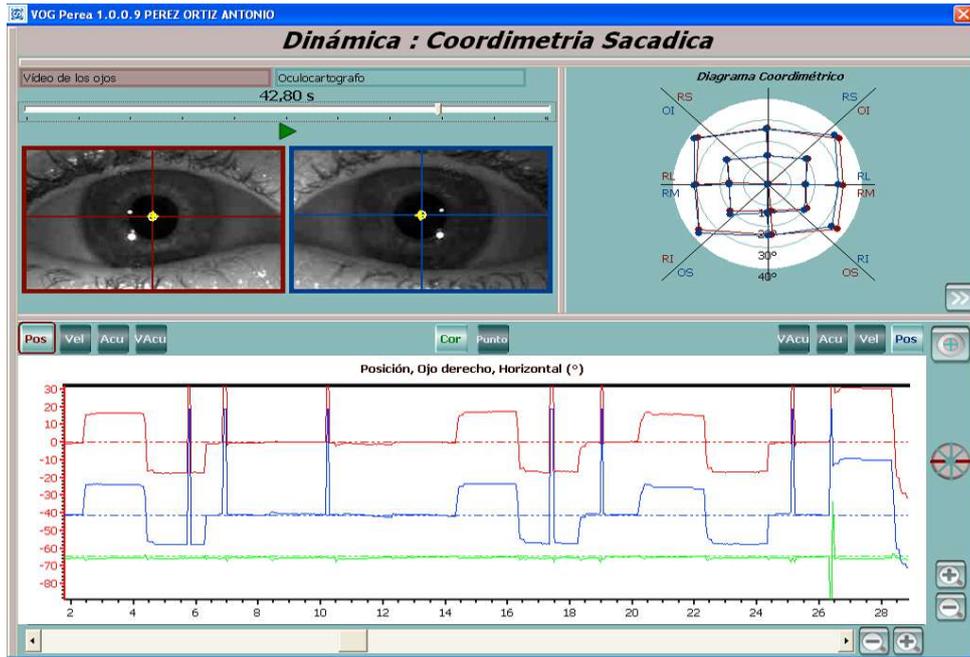


Figura 54. La *Coordimetría sacádica* practicada por VOG, tiene en cuenta la estabilización del objetivo-diana alcanzado por los ojos en cada punto. La gráfica del Equipo recuerda a la de la pantalla de Lancaster.

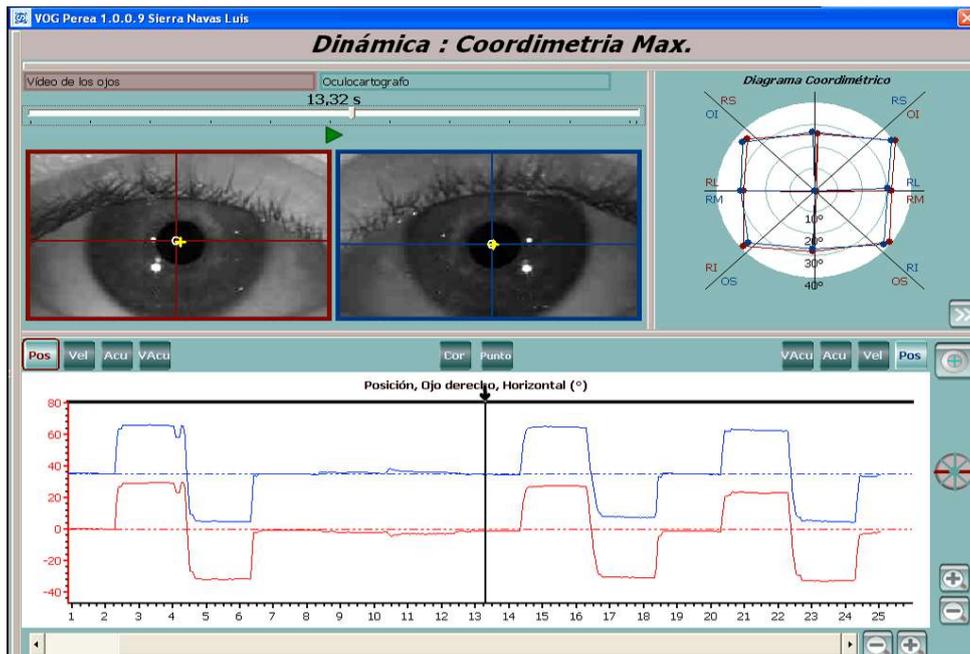


Figura 55. *Coordimetría sacádica*.

En este caso, para su realización, hemos tomado sólo los valores máximos (horizontal  $+30^\circ$ , horizontal  $-30^\circ$ , vertical  $+20^\circ$ , vertical  $-20^\circ$  grados y oblicuos de  $35^\circ$  grados). El tiempo que se ha tardado en hacer este estudio ha sido 25 segundos.



Figura 56. Un estímulo verde es proyectado en posiciones secundarias y terciarias en la pantalla. La enferma porta una gafa con cristal rojo ante el ojo derecho. En esta situación la paciente puede ver y seguir el estímulo con su ojo izquierdo, pero no con el ojo derecho al tener ante él un cristal con color complementario. La cámara, sin embargo, puede captar el movimiento de este ojo derecho debido a que la iluminación de ambos ojos se está practicando con luz infrarroja que puede atravesar este filtro.

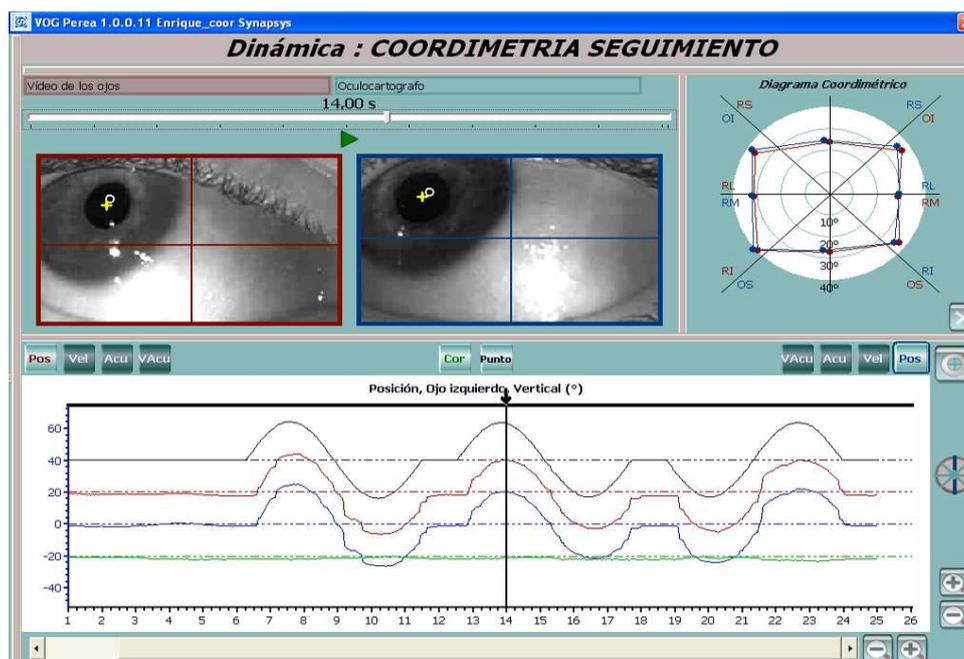


Figura 57. Coordinetría de seguimiento.

A diferencia de la Coordinetría sacádica, el Equipo en esta prueba toma en cuenta el valor máximo alcanzado en cada dirección: horizontal  $+30^\circ$ , horizontal  $-30^\circ$ , vertical  $+20^\circ$ , vertical  $-20^\circ$  y oblicuos de  $35^\circ$ . La Coordinetría sacádica, sin embargo, lo que considera es la fijación estable del estímulo en cada lugar extremo.

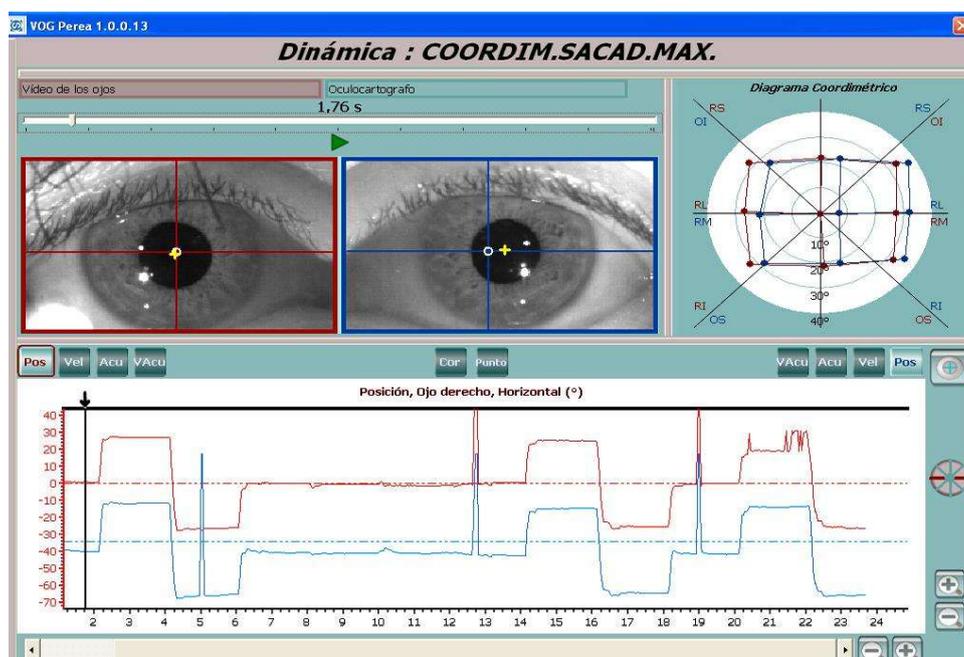


Figura 58. Coordinimetría en Heteroforia.

La Coordinimetría es válida para el diagnóstico y cuantificación de forias. La disociación la hacemos mediante colores complementarios. Este caso corresponde a una exoforia de OI de  $-5,5^{\circ}$ .

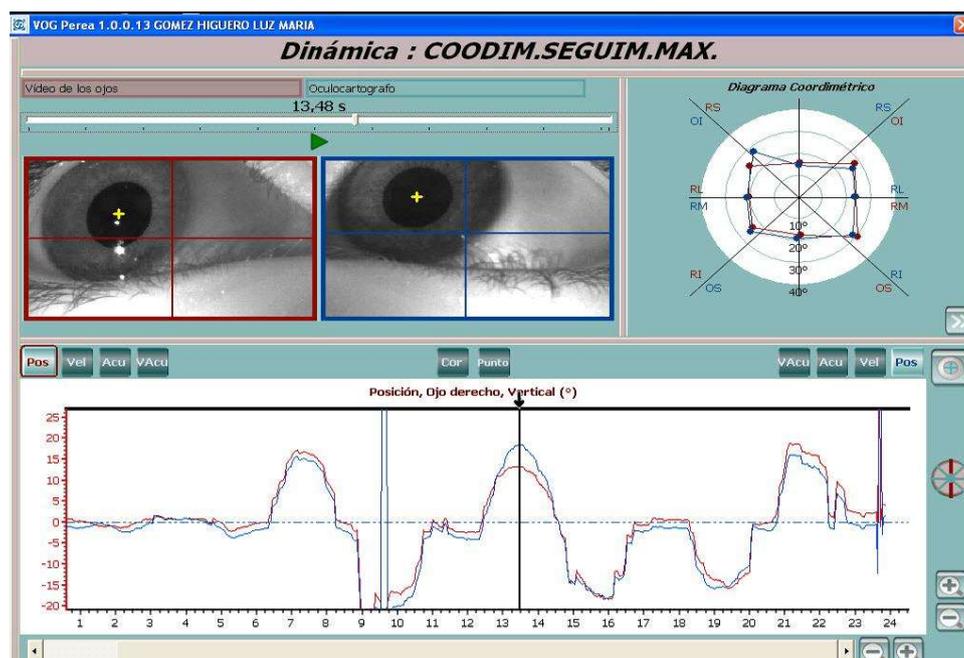


Figura 59. Coordinimetría en estrabismo vertical (elevación en aducción).

La figura adjunta representa el hallazgo en clínica de un cuadro aislado de elevación en aducción. Este paciente, en PPM es ortotrópico con valor de estereoagudeza normal. No tortícolis.

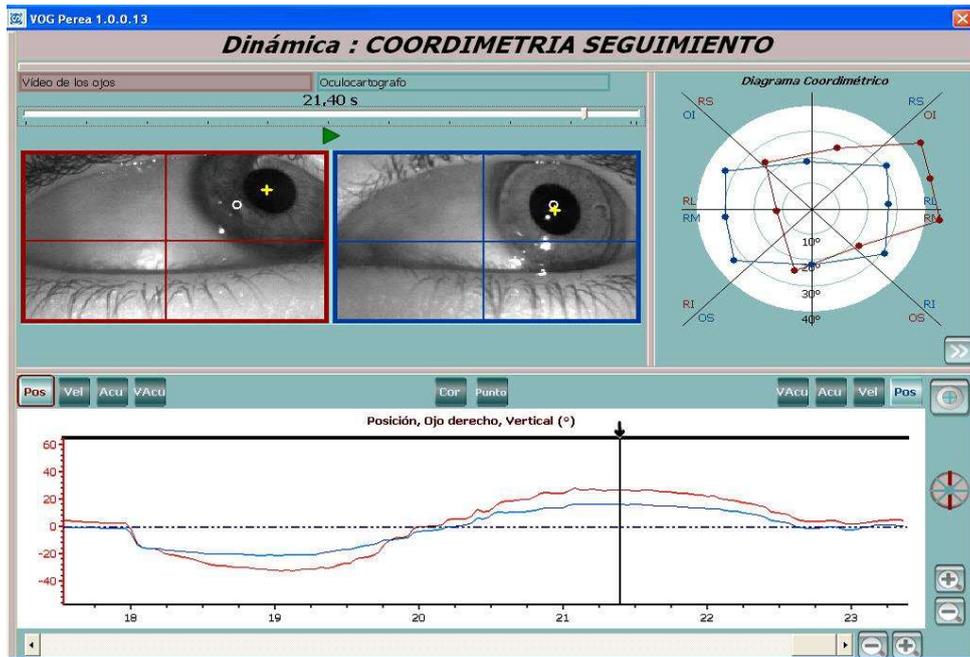


Figura 60-a. Alteración vertical en una endotropía residual. Hiperfunción de oblicuo inferior de ojo derecho. La neta dominancia del ojo izquierdo ha permitido hacer la prueba sin necesidad de disociar ambos ojos con colores complementarios.

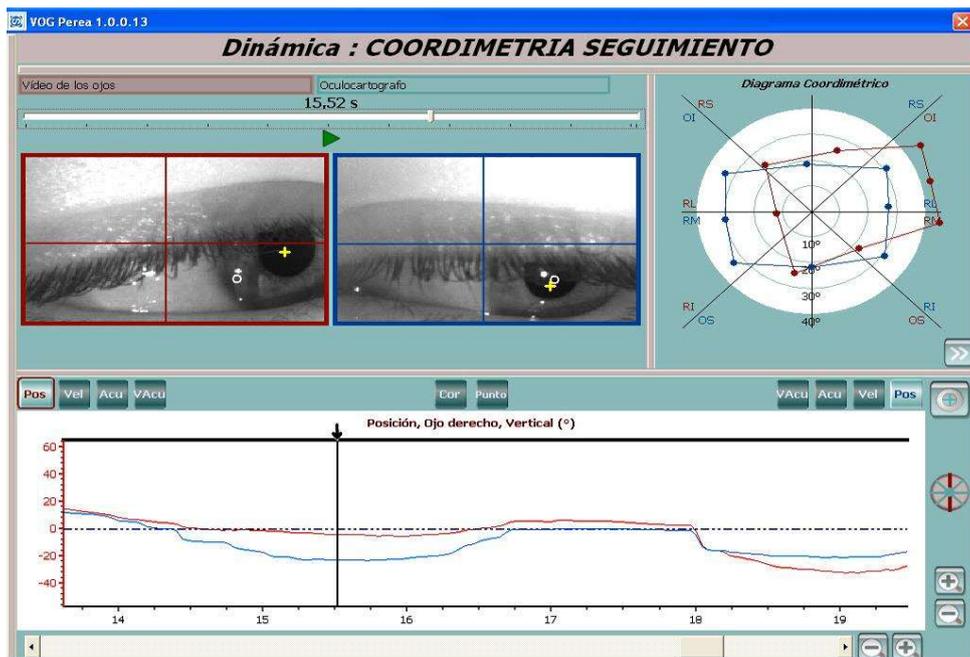


Figura 60-b. Caso anterior. Se aprecia la limitación funcional del oblicuo superior del ojo derecho.

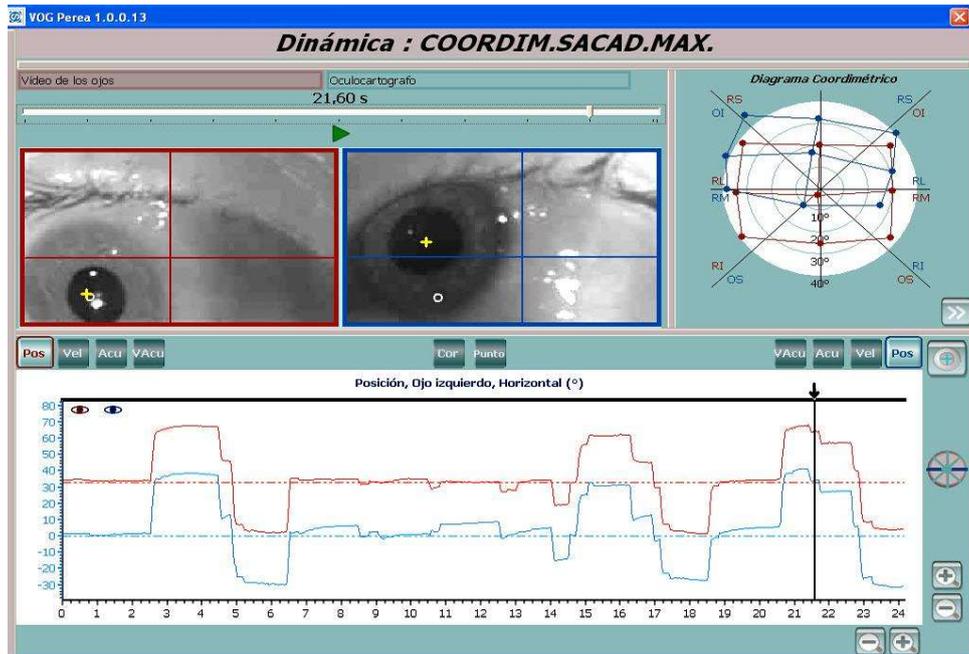


Figura 61. Parálisis IV par izquierdo.

Limitación del ojo izquierdo en infradextroversión. El Diagrama Coordinométrico sacádico muestra la parálisis del lado izquierdo con su gráfica más pequeña y exciclotorsionada.

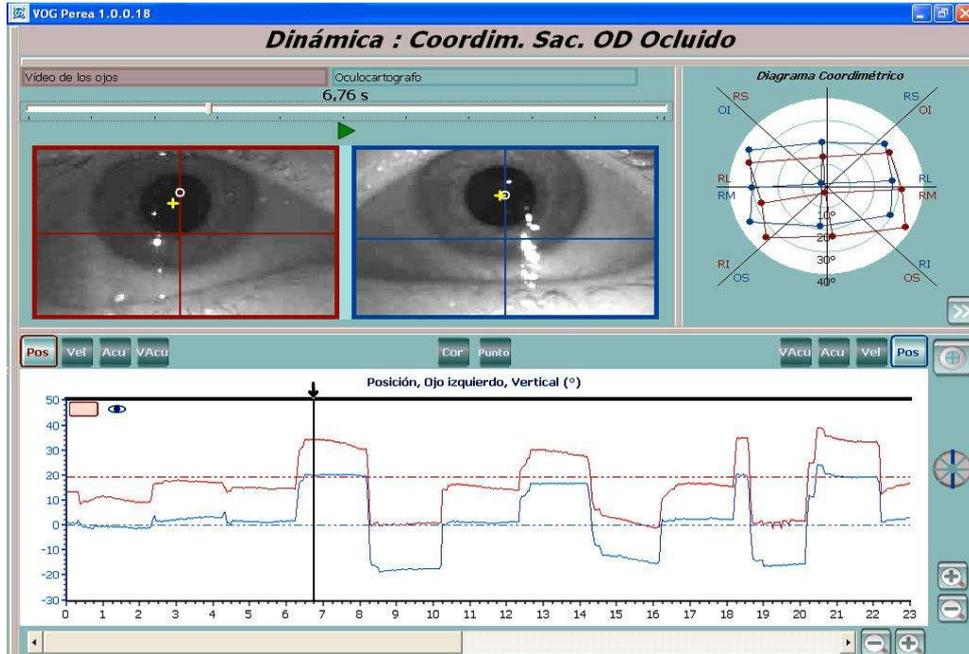


Figura 62. Paresia recto superior de ojo derecho.

## 10. VERGENCIAS

Los *movimientos de vergencia* son desplazamientos binoculares disyuntivos en respuesta a la disparidad del estímulo visual sobre ambas retinas, poniendo en correspondencia retiniana normal las imágenes de los dos ojos para evitar la diplopía. Así, el individuo capta, analiza, entiende y memoriza los objetos del espacio que, a diferentes distancias, le rodean haciendo converger o divergir los ejes oculares, tanto dinámicamente como en quietud, de tal modo que la función de vergencia tiene doble consideración: cinética y estática. Las *vergencias* aseguran el *equilibrio recíproco* en todas las distancias, teniendo como límites el infinito y el punto próximo de convergencia. Son los movimientos fundamentales y básicos de la visión binocular, combinándose en la vida habitual de relación con los *movimientos de versión* (sacádicos de acompañamiento y desplazamientos reflejos dependientes de los sistemas vestíbulo-ocular y optocinético).

En el momento actual la exploración se viene realizando mediante *vergencias guiadas* y *vergencias prismáticas*. Ambos procedimientos, muy antiguos, son pruebas artificiales que no se corresponden con los movimientos de convergencia y divergencia practicados usualmente. De modo real no se converge ni diverge jamás con movimientos vergenciales de perseguida o con vergencias estáticas utilizando lentes prismáticas.

Las vergencias deben analizarse mediante procedimientos que sean fisiológicos. En la actualidad estamos

utilizando la *vergencia de refijación* de Maurice Quéré (1979) y la *vergencia mantenida* de José Perea (2008). La primera, por ser movimiento disyuntivo rápido que, combinado con sacádicos, representa el modo habitual para dirigir la mirada de un lado a otro con el fin de captar la sensación para, de inmediato, transformarla en percepción. La segunda, por el interés notable que representa este estado estático de vergencia para poder explicar trastornos astenópicos de visión próxima mantenida en el tiempo, cuyo acto más habitual es la lectura y, también, en aquellas profesiones que exigen tiempo de trabajo prolongado en visión cercana (damasquinador, relojero, etc.).

*Veamos los tipos de vergencia a practicar por VOG:*

**a) Vergencia de refijación** (Figura 63-a, 63-b, 64-a y 64-b). Para ello seguimos la forma inductiva de refijación lejos-cerca y cerca-lejos, situando el test lejano a 1,00 m y el otro a 13 cm, binocular y monocular (fijando OD y Fijando OI). Lo repetimos sólo 5 veces por se prueba fatigante.

**b) Vergencia de mantenimiento** (Figura 65 y 66). Partiendo de la fijación del test a 1,00 m, le hacemos fijar seguidamente otro a 13 cm, y lo mantenemos 35 segundos, comprobando la respuesta de convergencia mantenida.

**c) Vergencia guiada** (Figura 67). Es la forma clásica haciendo seguir el objeto de 30 a 13 cm.

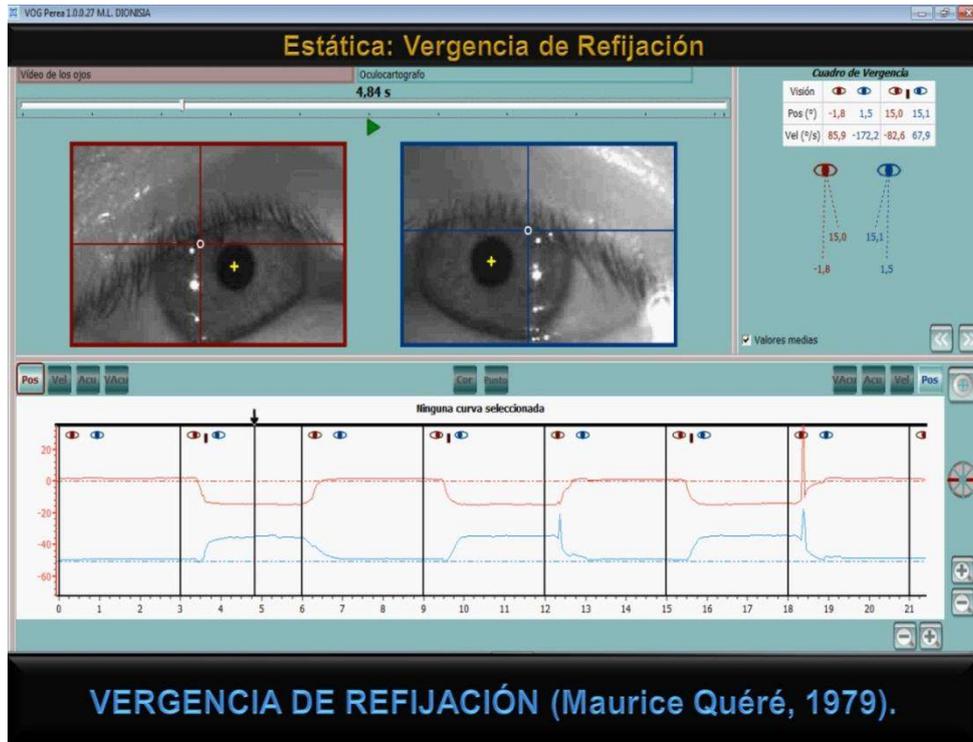


Figura 63-a. Vergencia de refijación normal.

Se aprecia como dato interesante la falta de correspondencia motora de ambas curvas en el ámbito del movimiento estrictamente horizontal en el que se desarrolla la vergencia.

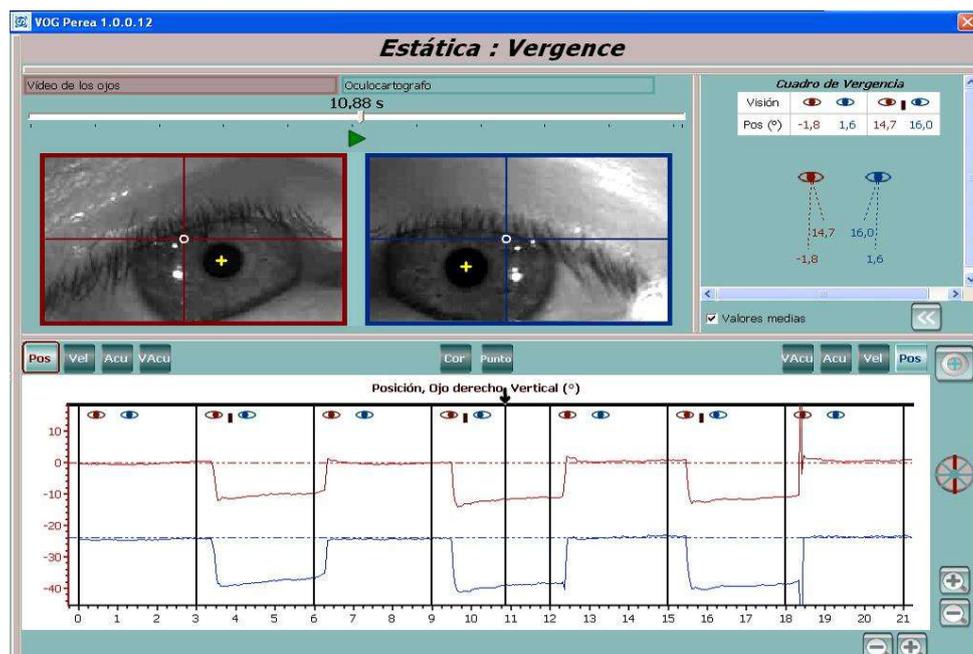


Figura 63-b. Caso anterior, pero destacando solo la parte vertical del movimiento de convergencia. En oposición a lo que acontece en el movimiento disyuntivo, se observa perfecta sinergia del de versión, cumplimentando la Ley de Hering. Dato determinante de que versión y vergencia son funciones que, aunque vinculadas entre sí, caminan por senderos distintos.

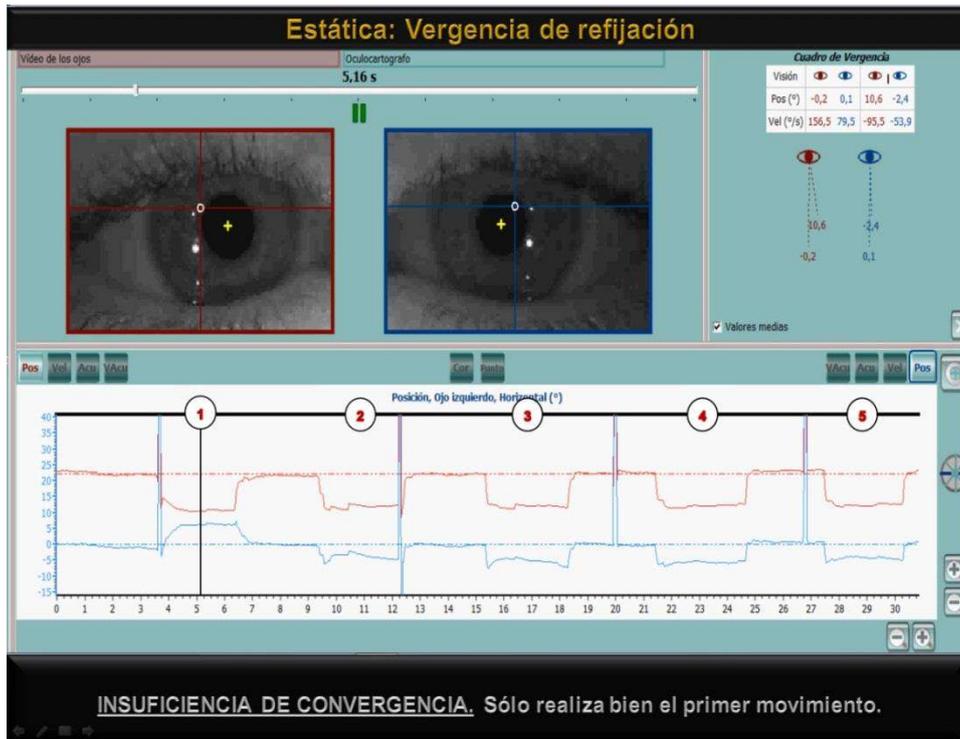


Figura 64-a. Insuficiencia de convergencia.

Caso clínico en el que se demuestra que sólo le es posible converger en el primer movimiento. A partir del segundo y hasta el final, al movimiento de convergencia del OD le acompaña otro conjugado de versión del OI simulando un sacádico. El Oculógrafo muestra la falta de correspondencia motora (asinergia) que hay en las gráficas obtenidas.

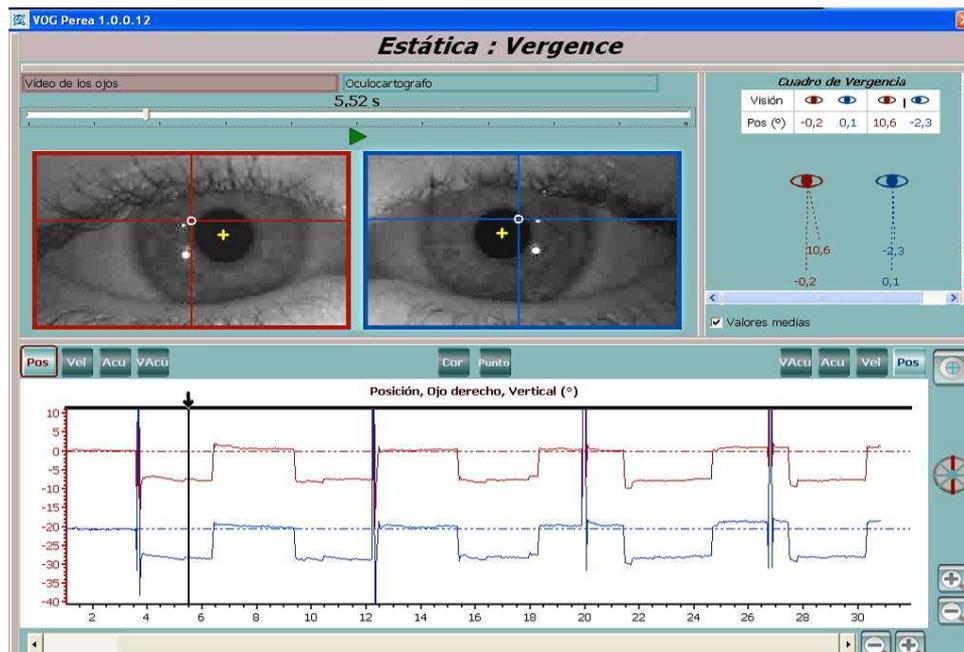


Figura 64-b. Siguiendo el caso anterior y en el mismo instante (5,52s), pero recogiendo gráficamente sólo el desplazamiento vertical que se produce al practicar el movimiento de convergencia. En esta gráfica se contrasta la correspondencia motora, en la que sólo está representado el movimiento de versión vertical, con la anterior en la que muestra el movimiento horizontal de vergencia, que es asinérgico.



Figura 65. Vergencia mantenida.

Durante 35 segundos se pide al paciente que mantenga la convergencia en un punto situado a 13 cm de distancia.

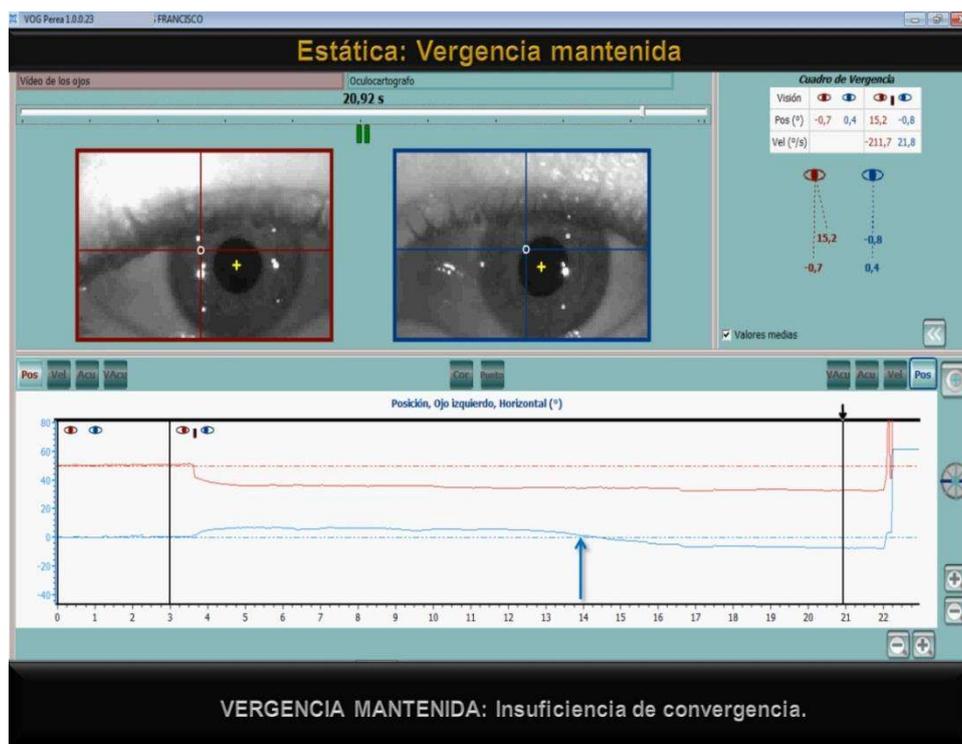


Figura 66. El Oculógrafo muestra convergencia normal hasta el instante marcado por la flecha azul, que indica el momento en el que la convergencia falla, reflejado en el cambio de dirección que experimenta la gráfica azul, correspondiente al movimiento del ojo izquierdo. El instante de vergencia de la figura (20,92s), marcado por la flecha negra, muestra el inicio de la insuficiencia del OI.

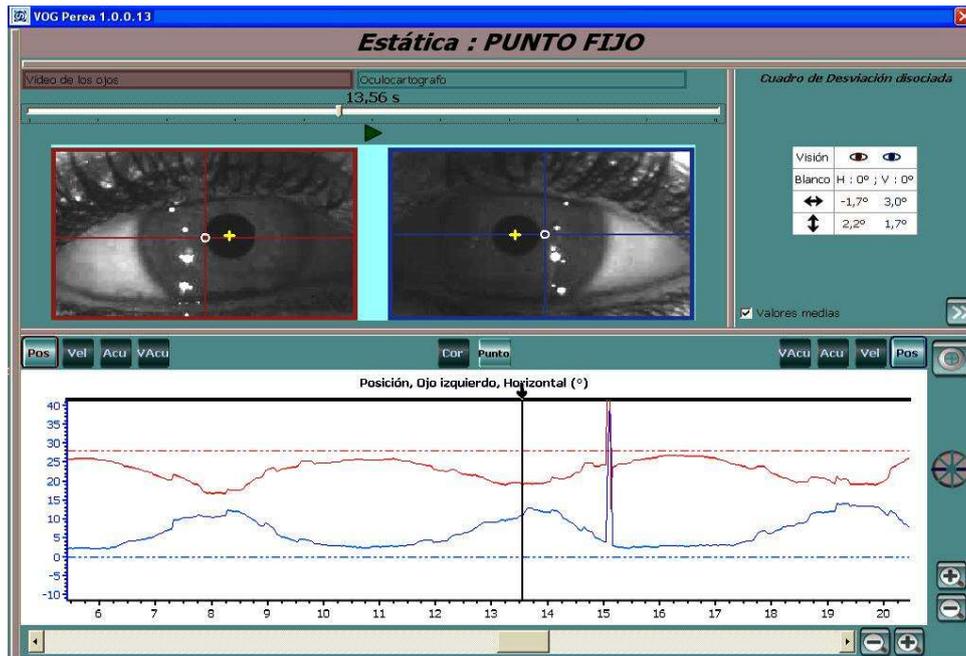


Figura 67. Vergencia guiada.

Así explorada la vergencia, el movimiento es mucho más lento que el que resulta del estudio de la vergencia de refijación y, sin duda alguna, mucho menos fisiológico.

**ACTUALMENTE NO SE DEBE RENUNCIAR, NI PRESCINDIR, DE ALGUNAS PRUEBAS LEGADAS POR NUESTROS MAESTROS DEL SIGLO XIX Y LOS TRES PRIMEROS CUARTOS DEL XX. SIN EMBARGO, Y AL IGUAL QUE DIJO LARMANDE DE LA ELECTRO-OCULOGRAFÍA EN LA DÉCADA DE LOS 80 DEL PASADO SIGLO, CONSIDERAMOS, EN BASE A LA INVESTIGACIÓN QUE HEMOS REALIZADO, QUE LA VIDEO-OCULOGRAFÍA DEBE ESTIMARSE “ÚTIL IRREEMPLAZABLE”. TRATEMOS DE “AVANZAR” COMO DIJO QUÉRÉ. NO DEBEMOS RESIGNARNOS, Y PENSEMOS QUE ESTAMOS EN LA SEGUNDA DÉCADA DEL SIGLO XXI.**

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Zato M.A.-** Las alteraciones oculomotoras. Monografía. Madrid. Febrero 1985.
- Kaufmann GD.-** Video-oculography in the gerbil. *Brain Res.* 2002 Dec 27; 958(2): 472-87.
- Schreiber K y col.-** Improving calibration of 3-D video-oculography systems. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2004 Apr; 51(4): 676-9.
- Schlosser HG y col.-** Using video-oculography for galvanic evoked vestibulo-ocular monitoring in comatose patients. *J Neurosci Methods.* 2005 Jun 30; 145(1-2):127-31.
- Perea J.-** Estrabismos. 2006, 563 páginas. Editorial: Artes Gráficas Toledo, Depósito Legal: TO-166-206, pág. 67-80 y 189-194.
- Perea J.-** Estrabismos. 2008, 823 páginas. Editorial: Artes Gráficas Toledo, Depósito legal: TO-162-208, pág. 293-301.
- Perea J.** Test de las 4 dioptrías ¿realidad o quimera?. *Acta Estrabológica.* 2008, Volumen XXXVII, número 2, Mayo-Agosto, páginas 83-88.
- Hirvonen TP y col.** Three-dimensional video-oculography in patients with vestibular neuritis. *Acta Otolarygol.* 2009 Dec; 129(12):1400-3.
- Perea J.** Video-oculografía. Exploración y registro de la motilidad ocular. Monografía breve. *Acta Estrabológica.* 2009, Volumen XXXVIII, número 2, Mayo-Diciembre, páginas 57-120.
- Perea J.** Video-oculografía. ¿Hay dominancia ocular fisiológica?. *Acta Estrabológica.* 2010, Volumen XXXIX, nº1, Enero-Junio, pág.73-84.
- Jansen SH y col.-** A torsional eye movement calculation algorithm for low contrast images in video-oculography. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2010; 2010:5628-31.
- Perea J.-** Fisiopatología del equilibrio óculo-motor. 2011, 548 páginas. Editorial: Brosmac, Depósito Legal: M-7940-2011, páginas 102-336.
- Rasku J y col.-** Prediction of a state of a subject on the basis of a stabilogram signal and video-oculography test. *Comput Methods Programs Biomed.* 2011, Sep 21.
- Lappe-Osthege M y col.-.** Overestimation of saccadic peak velocity recorded by electro-oculography compared to video-oculography and scleral search coil. *Clin Neurophysiol.* 2010 Oct; 121 (10): 1786-7.
- Perea J.-** Video-oculografía y test de las 4 dioptrías. Otro concepto de exploración. *Anales del Instituto Barraquer.* 2011, Volumen XL, nº 1-2, pág.57-64.
- Kiyama M y col.-** Robust video-oculography for non-invasive autonomic nerve quantification. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011; 2011:494-7.
- Perea J.-** Coordimetría infrarroja. Nuevo test de exploración motora ocular. *Estudium Ophthalmologicum.* 2012, Volumen XXIX, nº3, pág. 97-103.
- Perea J. y col.-** ¿Cómo deben explorarse las vergencias?. Comunicación presentada al XXI Congreso de la Sociedad Española de Estrabología (Madrid, Abril 2012).
- Perea J. y col.-** ¿Por qué es mejor la video-oculografía?. Comunicación presentada al XXI Congreso de la Sociedad Española de Estrabología (Madrid, Abril 2012).
- Perea J.-** Curso Avanzado. Congreso de la Sociedad Española de Oftalmología. (Barcelona, Septiembre 2012).
- Perea J.-** Video-oculografía y Microexotropía simple del adulto. *Acta Estrabológica.* 2012, Volumen XLI, nº 2, Julio-Diciembre, pág. 209-213.
- Perea J.-** Nuevas aportaciones al estudio de la vergencia asimétrica mediante video-oculografía (VOG Perea). *Acta Estrabológica.* 2013, Volumen XLII, nº 1, Enero-Junio, pág. 55-62.