

Torsión ocular

Relator:

Dr. Daniel Domínguez

Jefe del Servicio de Oftalmología Hospital P. Piñero
Expresidente del Centro Argentino de Estrabismo
Codirector Curso Anual de Estrabismo Hospital Piñero

Colaboradores:

Dra. Claudia Polo*, Dra. Paula Gochicoa Mulet**, Dr. Jorge Pasquinelli***, Dra. Susana Gamio****,
Dr. Fernando Prieto Díaz*****

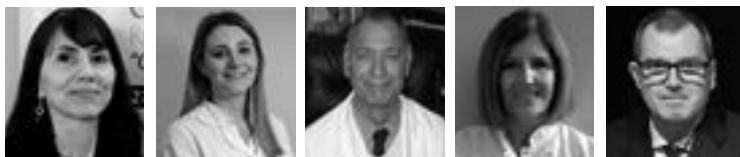
Contacto: danielpedrodominguez@gmail.com

Recibido: 18/6/2020

Aceptado: 23/6/2020

Disponible en www.sao.org.ar

Arch. Argent. Oftalmol. 2020; 15: 6-30



INTRODUCCIÓN

Dr. Daniel P. Domínguez

En los animales inferiores la función primaria de los músculos extraoculares (MOE) está regida por movimientos involuntarios, siendo dicha función de naturaleza postural, es decir mantener el campo visual constante, independientemente de los movimientos del cuerpo, siendo la acción de los músculos oblicuos, netamente torsional. Con la frontalización de los ojos el plano de acción de los músculos oblicuos cambia agregándosele funciones secundarias y terciarias (Fig. 1 y 2).

La torsión ocular se puede dividir en: ESTÁTICA y DINÁMICA

La torsión ESTÁTICA puede ser de POSICIÓN que es la que encontramos naturalmente en todo paciente cuando los ojos se encuentran en posición

primaria de la mirada (PPM), y la REFLEJA que es la que encontramos como consecuencia de la torsión que se genera por el Contramovimiento Ocular (OCR) cuando el paciente mantiene la cabeza inclinada (Fig. 3).

La torsión DINÁMICA es el movimiento torsional que realiza el ojo mientras la cabeza se mueve de posición erecta a inclinación sobre un hombro en un intento de mantener la verticalidad (Fig. 3, 4). Es una realidad que cuando tenemos la cabeza derecha (PPM) la línea que une el centro de la fovea no pasa por el centro anatómico de la papila del OD. Cuando tomamos las RTG de cada ojo en PPM el eje interfoveolar (a) coincide con el eje horizontal del retinógrafo (b) (fig 5).

Cuando la cabeza se inclina sobre el hombro derecho, el retinógrafo registra una rotación ocular sobre su eje anteroposterior cuyo monto es directamente proporcional al grado de inclinación de la

cabeza (25° de inclinación de la cabeza = 25° de rotación del ojo en el mismo sentido de la cabeza). Esto hace que tanto (a) (línea interfoveolar) y el eje vertical de la cabeza siguen perpendiculares, pero como el retinógrafo no acompaña dicho movimiento de inclinación ya que está fijo, se produce

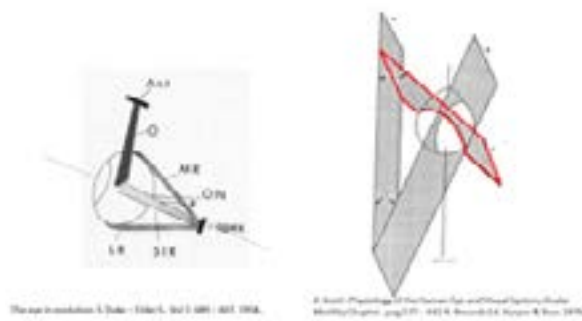


Figura 1

un desfase entre el eje interfoveolar y el horizonte del retinógrafo (entre a y b) (Fig. 6). Por ello cuando uno saca la RTG con la cabeza inclinada, por una cuestión académica las mismas se colocan alineadas por el horizonte del retinógrafo (b) (Fig. 7).

Músculo	Acción primaria	Acción secundaria
Músculo medio	Abducir	90,0 %
Músculo lateral	Abducir	90,0 %
Músculo superior	Supraducir	71,0 %
Músculo inferior	Infraducir	71,0 %
Músculo interno	Extorsionador	91,0 %
Músculo externo	Extorsionador	81,0 %
		Inclinación 16 % Abducir 6 % Espinoducir 17 % Adducir 10 % Supraducir 40 % Abducir 1 % Inftraducir 12 % Adducir 1 %

Wolbarsht L, et al. *Principios de Oftalmología Clínica*. Buenos Aires: Elsevier/Argentina; 2005. Consultado

Figura 2: anatomía muscular

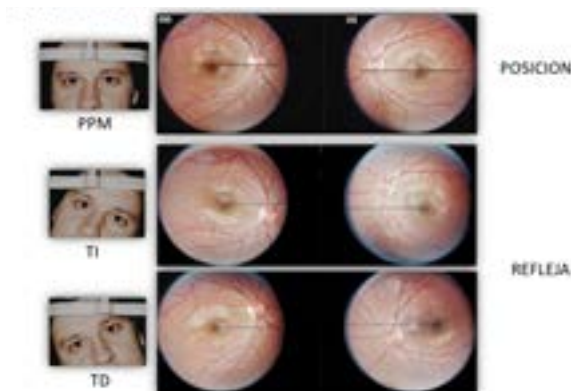


Figura 3: torsión estática

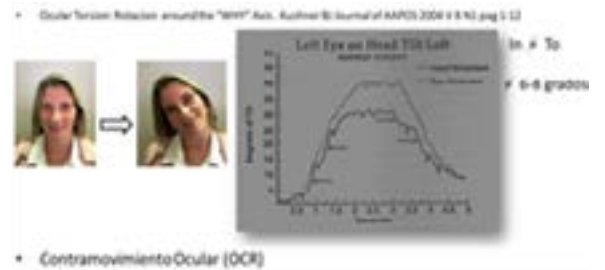


Figura 4: torsión dinámica

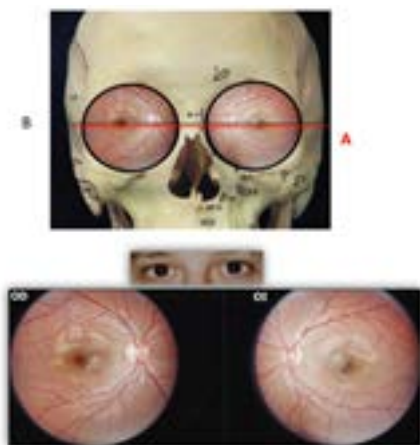


Figura 5

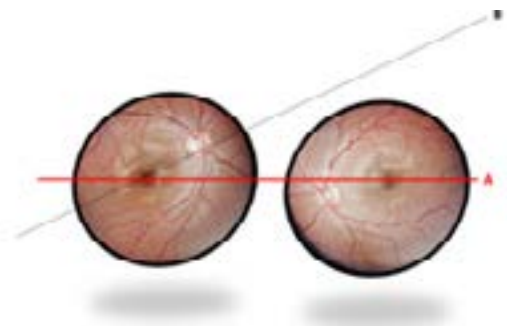


Figura 6

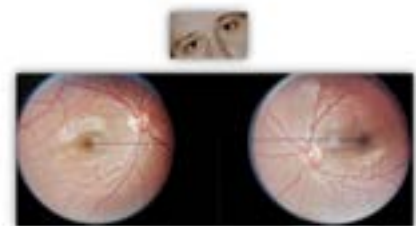


Figura 7

REFERENCIAS

1. The eye in evolution. S. Duke – Elder S., Vol 1: 689 – 607. 1958.
2. Extraocular muscles and head tilting. Scott A. Arch. Ophthalmol. Vol 78; 1967: 397 – 399.
3. Anatomy and Physiology of the Oculomotor System. Walsh and Hoyt's. Chapter 17 Sharpe J., Wong A., Ed Miller N Newman N., Biousse V., Kerrison J.; Clinical Neuro-Ophthalmology , Sixth Edition, Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins (809 -885). 2005.
4. Motilidad Ocular, Inc : Julio Prieto Díaz – Carlos Souza. Dias; Estrabismo; Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas; 2005. Quinta Edición; pág. 1 – 53.
5. Ocular Torsion: Rotations Around the "Why" Axis. KuschnerBJ., Journal of AAPOS 2004, V 8; N1, pág. 1 – 12.

CONTROL CENTRAL DE LA TORSIÓN OCULAR

Dra. Claudia Polo

El sistema vestibular detecta y codifica continuamente información de movimientos de rotación y traslación de la cabeza, además de permitirnos una correcta orientación y estabilización en el espacio mediante la musculatura axial y proximal, para la estabilización de la mirada mediante la activación de músculos extraoculares, a través del reflejo vestibulo-ocular y de los reflejos otolito-oculares.

Se describen tres tipos diferentes de reflejos vestibulo-oculares (VOR):

- 1- el VOR rotacional, que compensa los movimientos derivados de la rotación cefálica a través de la información recogida por los receptores de los seis conductos semicirculares.
- 2- El VOR traslacional, que compensa los movimientos lineales detectados a través de los receptores de los sáculos y los utrículos.
- 3- **Contrarolling** ocular es el reflejo otolito-ocular que causa el movimiento torsional de los ojos alrededor de una línea de visión en respuesta a la inclinación lateral dinámica y estática de la cabeza. (Leigh y Zee 2015).

El arco reflejo de tres neuronas, que constituye la base de los reflejos vestibulo-oculares, es una de las vías más directas del origen de los movimientos oculares compensadores. Este arco reflejo comprende la neurona vestibular primaria, la neurona vestibular secundaria y la motoneurona ocular.

Los movimientos oculares torsionales son particularmente importantes para:

- (a) desarrollar la percepción de la orientación de nuestras cabezas en relación con el entorno externo (Wade y Curthoys, 1997);
- (b) detectar la orientación de los objetos en profundidad (Howard, 1993), esencial para mantener una percepción visual del mundo real en tres dimensiones;
- (c) analizar la respuesta del sistema vestibular a las rotaciones o inclinaciones de la cabeza (Schmid-Priscoveanu, Straumann y Kori, 2000);
- (d) planificar la cirugía correctiva en pacientes con estrabismo (Guyton, 1983, 1995; Kekunnaya, Mendonca y Sachdeva, 2015); y
- (e) comprender cómo la orientación del globo ocular durante la fijación está dictada por las leyes fundamentales de torsión establecidas por Listing y Donders (Wong, 2004).

Actualmente se ha descrito que el sistema vestibular estaría involucrado en la navegación espacial y memoria, percepción de la verticalidad, desarrollo cognitivo en niños, procesamiento visual relacionado con claves gravitatorias, conciencia de la autopercepción corporal, toma de decisiones e incluso se han reportado que la percepción del auto-movimiento estaría modulada por la observación del propio cuerpo en movimiento (a lo cual un grupo de investigadores ha denominado "sistema de neuronas espejo vestibular").

Sistema Vestibular (SV)

Es el sistema sensorial localizado en el oído interno, ubicado en la porción petrosa del peñasco del hueso temporal. El oído interno se compone de un laberinto óseo y un laberinto membranoso y entre ambos circula la perilinfa (Fig. 1).

El laberinto vestibular comprende cinco órganos terminales: los tres canales semicirculares y los dos otolíticos (el utrículo y el sáculo). En los mamíferos, hay dos tipos de células ciliadas dentro de cada uno de los órganos sensoriales vestibulares: las células ciliadas cilíndricas de tipo II y las células ciliadas filogenéticamente más antiguas de tipo I con forma de matraz (Fig. 2). Las fibras aferentes periféricas en el VIII nervio craneal inervan las células ciliadas y llevan señales de movimiento de la cabeza a los núcleos vestibulares y a algunas regiones del cerebelo vestibular. Cada aferente de los CSC inerva uno de los tres canales y codifica información sobre el movimiento angular de la cabeza. Los aferentes otolíticos inervan el utrículo o el sáculo y codifican información sobre la aceleración traslacional. Tanto las fibras aferentes de los CSC como las del sistema otolítico, se clasifican

en función de la regularidad de su descarga en reposo. En general, los aferentes irregulares tienen axones más grandes y transmiten preferentemente información de las células ciliadas tipo I ubicadas en el centro del neuroepitelio (conocidas como C-irregulares) o de las células ciliadas tipo I y las células ciliadas tipo II (conocidas como dismórficas o D-irregulares), mientras que los aferentes regulares proporcionan preferentemente terminaciones de botón (B) a las células ciliadas de tipo II. El SV presenta 3 niveles de organización: 1- Sistema vestibular periférico, 2- Núcleos vestibulares y 3- Motoneurona ocular.

1 - Sistema Vestibular Periférico (SVP)

El laberinto membranoso está formado por dos órganos otolíticos conocidos como utrículo y sáculo, así como por tres canales semicirculares (CSC) que, de acuerdo con su posición, se denominan anterior (superior), posterior y lateral (horizontal) (Fig. 1). Contienen en su interior un líquido llamado endolinfa, que es un medio rico en K^+ y bajo en Na^+ , similar al espacio intracelular. Cada estructura que compone al SVP contiene un epitelio sensorial constituido por las células ciliadas encargadas del proceso de mecanotransducción, por células de soporte y por terminaciones nerviosas de tipo aferente y eferente.

Canales Semicirculares (CSC)

Los CSC detectan la aceleración angular del movimiento producido por la rotación de la cabeza en cualquier plano del espacio. Son acelerómetros de rotación. Cada uno de ellos está orientado en los tres planos espaciales (horizontal, vertical anterior y vertical posterior), y presentan una estructura receptora, la cresta ampular, que contiene las células sensoriales coronadas por una membrana, la cúpula.

Los tres CSC están situados ortogonalmente entre sí. El CSC anterior o superior, situado en un plano vertical casi perpendicular al eje del peñasco, forma con el plano sagital un ángulo abierto hacia adelante de 45° . Este plano es perpendicular al plano del canal horizontal.

El CSC posterior, situado en un plano vertical casi paralelo al eje del peñasco, forma con el plano sagital un ángulo abierto hacia atrás de 45° . Este plano es perpendicular al plano del canal externo. Los canales se separan del eje central por un ángulo de 45° , no están perpendiculares y entre ellos hay una separación de 90° (Fig. 1 y 2).

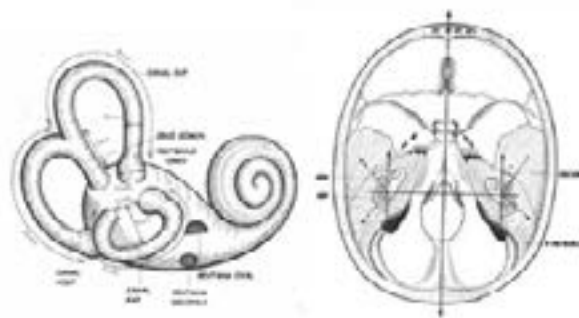


Figura 1

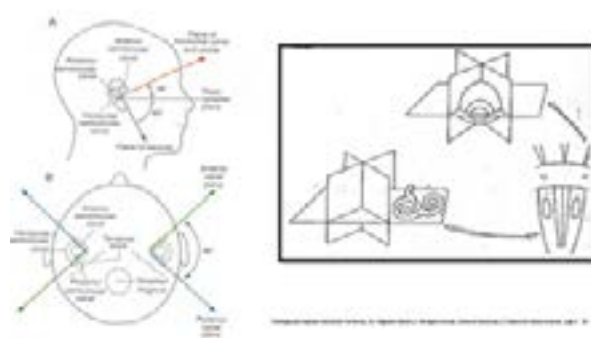


Figura 2: Cada uno de los tres CSC se encuentra contenido, aproximadamente, en un plano y resulta que el plano de cada uno de los conductos es casi perpendicular al plano de los otros dos. Estos planos son uno horizontal y otros dos verticales².

El CSC horizontal hace un ángulo abierto hacia el frente de 30° y no está totalmente horizontal, pero con la inclinación de la cabeza, queda perfectamente paralelo al piso; y los otros dos canales son perpendiculares al piso.

Con esto delimitamos tres planos, y funciona de modo que la estimulación de un lado, resulta en la inhibición del otro. En los CSC verticales, el eje del canal anterior de un lado, es paralelo al eje del canal posterior del lado opuesto, delimitando un plano (Fig. 2).

Los canales horizontales de los dos lados están en el mismo plano, en tanto que el canal posterior de un lado está en un plano casi paralelo al canal anterior del otro lado, de manera que cada par se estimula en forma similar, y por lo menos un par se estimula con cualquier aceleración angular. Cada canal se conecta en sus dos extremos con el utrículo, y un extremo de cada canal se dilata formando el ámpula, sitio en donde se localizan las células receptoras cuyos cilios están inmersos en la cúpula, que es una sustancia gelatinosa.

Cada CSC trabaja en forma complementaria con el compañero ubicado en el otro lado de la cabeza que tiene sus células ciliadas alineadas en forma opuesta. Existen tres pares de este tipo: los dos pares de canales horizontales y el canal superior en cada lado que trabaja con el canal posterior en el otro lado.

Características del ámpula: contiene el neuroepitelio en una estructura denominada cresta ampular, donde se encuentran las células ciliadas. Estas células van a tener una posición específica detrás del quinocilio. Este es un cilio diferenciado más alto que los demás. Los movimientos en dirección al quinocilio lo activan y en dirección opuesta lo “apagan”. Por encima de estas células ciliadas hay una estructura denominada cúpula, la cual tiene consistencia de gelatina y llena la totalidad del ámpula. De modo que el líquido endolinfático va a deformar el ámpula y es esta deformación lo que va a mover los cilios en una u otra dirección. Esta situación hace que el sistema no sea tan sensible al movimiento (Fig. 3).

Los movimientos del líquido endolinfático, causados por las aceleraciones angulares, producen una desviación de la cúpula y una deformación de los cilios de las células sensoriales, que producen su estimulación e impulsos nerviosos. En función del plano en el que se efectúe la rotación de la cabeza, se verán implicados uno o varios pares de conductos.

Las crestas de los conductos verticales posteriores se inclinarán durante los movimientos de inclinación lateral de la cabeza, mientras que los movimientos de rotación de la cabeza en el plano horizontal (movimientos de arriba a abajo y movimientos de delante a atrás) estimularán las crestas de los conductos anteriores.

Durante los movimientos de flexión/extensión, solo se desplazarán las crestas de los conductos superiores.

En los canales horizontales el kinocilio siempre lo encontramos del lado del utrículo, las corrientes inerciales endolinfáticas ampulípetas son excitadoras y las corrientes ampulífugas son inhibitorias. Para los canales verticales es a la inversa, es decir, las corrientes ampulípetas son inhibitorias mientras las ampulífugas son excitadoras.

Para que el cerebro pueda interpretar la rotación cefálica tiene que recibir información de los seis canales, que al estar emparejados con el contralateral envían estímulos complementarios (Fig. 4).

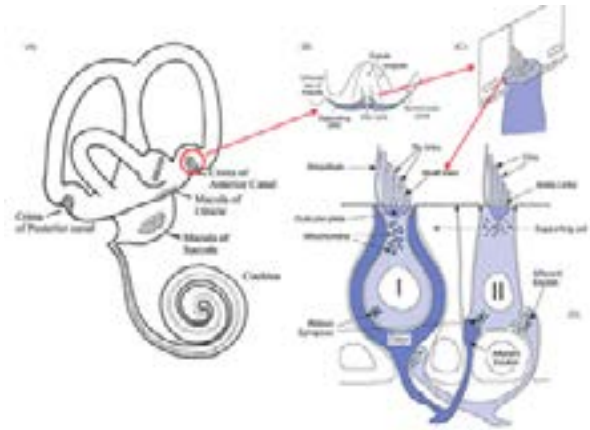


Figura 3: A cresta de cada CSC -B cúpula, la que se deforma con los movimientos de la endolinfa, con células ciliadas en la base -C que transducen la deformación de los cilios en señal nerviosa dependiendo de la dirección del movimiento de los cilios, los cuales están embebidos en la cúpula. La deflexión de los cilios hacia el quinocilio genera una despolarización o excitación, y con lo opuesto ocurre hiperpolarización o inhibición, esto modula el tipo de descarga del nervio vestibular. -D tipos de células ciliadas³.

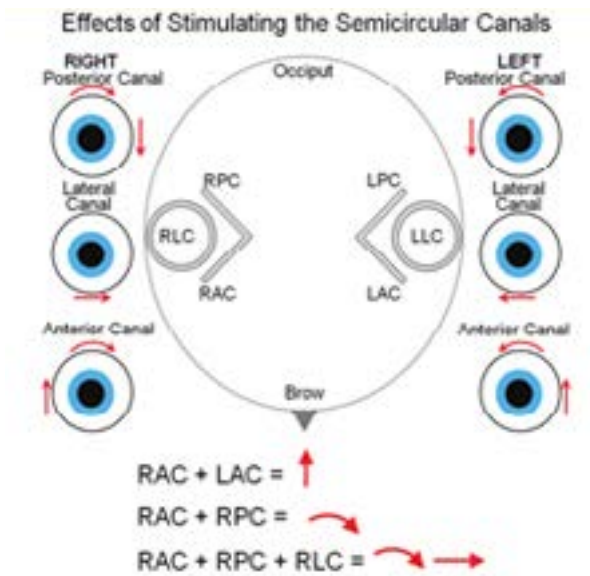


Figura 4 - (The Neurology of the Eye Movements, John Leigh y David Zee, 5 edición).

Órganos otolíticos

Además de los CSC, hay otra parte del vestíbulo donde se encuentran el sáculo y el utrículo, los cuales son sistemas que funcionan en forma diferente y se van a denominar sistema otolítico.

Los órganos otolíticos tienen como función el mantenimiento de la posición de la cabeza y del

cuerpo en el espacio. Se activan principalmente por la dirección y magnitud de la aceleración lineal de la cabeza (adelante y atrás, arriba y abajo), incluyendo la producida por la fuerza de la gravedad. Debido a ellos sentimos el movimiento en un ascensor y el efecto de la gravedad.

La mácula del utrículo y del sáculo está formada por las células receptoras cuyos cilios están coronados por la membrana otolítica. Las máculas son acelerómetros lineales.

Las aceleraciones lineales de la cabeza provocan un desplazamiento tangencial de la membrana otolítica de las máculas respecto al epitelio sensorial. Los cilios que se desvían de este modo, estimulan las células sensoriales y desencadenan un impulso nervioso que compensa las modificaciones de dirección de la gravedad (Fig. 5).

La membrana otolítica tiene unos cristales de carbonato de calcio que son llamados otoconia u otolitos, que lo que hacen en el fondo es empujar la membrana otolítica y aumentar la capacidad de respuesta de este órgano.

En el utrículo y el sáculo las células ciliadas están dispuestas de dos maneras, y se ordenan en relación a una estructura llamada estriola. En el utrículo, el movimiento que produce excitación es hacia la estriola, y en el sáculo es cuando va en sentido opuesto de la estriola (Fig. 5).

En estado normal, se generan dos señales a ambos lados de la estriola, en cada utrículo y sáculo. Cuando inclino la cabeza hacia un lado, en el utrículo, el movimiento hacia la estriola provocará un aumento de la tasa de descarga, y el movimiento opuesto provocará una disminución, es decir una inhibición. De modo que la señal que llegará a los núcleos vestibulares, será un cambio en la situación de reposo.

Todo el tiempo, el sáculo está estimulado por la aceleración de gravedad, no sentimos esto porque nuestro sistema vestibular se adapta. Este sistema detecta aceleración, es decir, un cambio en la velocidad.

Simplificando, el utrículo detecta principalmente movimientos horizontales, y el sáculo principalmente movimientos verticales, a pesar de que ambos están en una disposición similar. Los receptores otolíticos detectan movimientos lineales de la cabeza, y su grado de inclinación, por lo tanto, lo que detecta es aceleración lineal. En el plano horizontal, cuando me desplazo, ése es el utrículo, y en el plano vertical, cuando voy en un ascensor subiendo o bajando, o cuando inclino la cabeza en el plano vertical, ése es el sáculo. Lo que se produ-

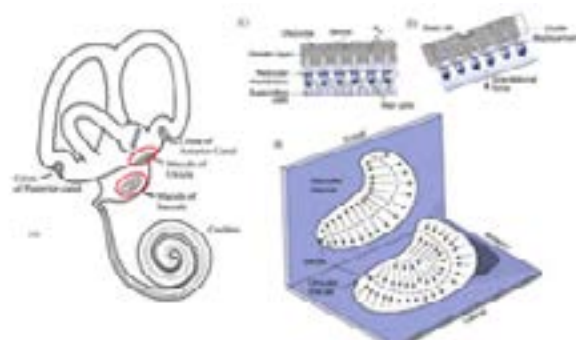


Figura 5: A mácula y utrículo del sáculo están orientadas en forma ortogonal. -B las flechas indican el punto del quincilio. -C células ciliadas embebidas en la membrana otolítica con los otolitos (K Quinocilio)- D Activación de células ciliadas.

ce son dos señales a cada lado de la estriola en el utrículo y el sáculo.

El sistema vestibular periférico funciona comparando un lado de otro, en los canales semicirculares, o la inclinación hacia un lado u otro en los órganos otolíticos.

La vía vestibular se inicia a nivel de los receptores periféricos ubicados en el laberinto posterior del oído interno (canales semicirculares y máculas sáculo-utriculares). La primera neurona o neurona bipolar se sitúa en el ganglio vestibular de Scarpa. Un brazo está en los receptores y el otro brazo forma el nervio vestibular del VIII par. El nervio vestibular envía información permanente sobre la posición de la cabeza, que se modifica por estimulación de los órganos receptores. Desde ahí la información viaja por las fibras del nervio vestibular que llega al ángulo cerebelopontino y entra lateralmente al bulbo a nivel del puente hacia el Complejo Nuclear Vestibular (CNV).

La información vestibular se envía a la corteza a través de dos vías talamocorticales vestibulares ascendentes: la vía vestibulotalámica anterior, compuesta de proyecciones desde el núcleo vestibular (VN) hasta el núcleo prepósito y el núcleo supragenua (NPH / SGN) y luego hacia el tálamo dorsal anterior (ADN) a través de la red de dirección de la cabeza (HD) y la vía vestibulotalámica posterior compuesta de proyecciones desde los núcleos vestibulares a través del núcleo lateral posterior ventral (VPL).

Las vías vestibulares incluyen el VOR, las vías vestibuloespinales y las vías vestibulocerebelosas.

2 - Núcleos vestibulares

El Complejo Nuclear Vestibular consta de cuatro núcleos principales (superior, medial, lateral y descendente) y al menos siete núcleos menores. Esta gran estructura, ubicada principalmente dentro de la protuberancia, también se extiende hacia la médula. En cada uno de los núcleos existen fibras aferentes y eferentes. El núcleo superior proyecta a las motoneuronas del núcleo troclear homolateral y del III nervio homolateral y contralateral, el núcleo lateral en su porción ventral proyecta también el III nervio, el núcleo medial (que es el mayor complejo vestibular) proyecta a través del FLM a las motoneuronas e interneuronas del III nervio homolateral y contralateral, y, además, proyecta sobre las motoneuronas del IV nervio, y finalmente forma el tracto vestíbulo-espinal medial hacia los núcleos supraespinal y cervical central; de estas conexiones se deduce su participación en los reflejos vestíbulo-oculares y posturales compensatorios. El núcleo inferior contribuye a las rutas vestibulo-espinales e integra las entradas provenientes del cerebelo. Dentro de los núcleos pequeños, el grupo Y proyecta el III nervio especialmente para el control de la mirada vertical.

Los núcleos vestibulares superior y medial son centros para el VOR. El núcleo vestibular medial también está involucrado en el RVE, y coordina la cabeza y el ojo. El núcleo vestibular lateral es el principal núcleo para el RVE (VSR). El núcleo descendente está conectado a todos los demás núcleos y el cerebelo, pero no tienen un flujo de salida primario propio.

Los núcleos vestibulares están conectados a través de un sistema de comisuras, las que permiten que la información sea compartida entre los dos lados del tronco cerebral e implementa el push-pull. A través del sistema de fibras comisurales, ambos complejos vestibulares proyectan y reciben aferencias inhibitorias cruzadas. Casi todas las aferencias vestibulares primarias terminan homolateralmente en el flóculo, nódulo, úvula y núcleo dentado del cerebelo, y desde aquí se responden impulsos inhibitorios regulatorios a los núcleos vestibulares medial y descendente, controlando la actividad de las neuronas vestibulares secundarias. El núcleo fastigial recibe información del flóculo y envía eferencias a los vestibulares medial y lateral. El cerebelo es el procesador adaptativo: controla el rendimiento vestibular y reajusta el procesamiento vestibular

central si es necesario. En ambos lugares, la entrada sensorial vestibular se procesa en asociación con somatosensorial y la entrada sensorial visual. Las áreas corticales relacionadas con la coordinación vestibular son a través de la vía retículo-talámica y de los núcleos de la comisura posterior, núcleo intersticial de Cajal, que es una estructura importante en el control vertical de los ojos y la cabeza, y un componente esencial en la integración neuronal velocidad-posición para los movimientos verticales y oblicuos, y el de Darkschewitsch.

En su acceso al tálamo, las neuronas de la estimulación vestibular parecen corresponder a la porción lateral del núcleo ventral posterior y a través del cerebelo en el ventral anterior ^{3,4}.

El complejo nuclear, el cerebelo, los núcleos motores oculares y los sistemas de activación reticular del tronco encefálico transmiten las señales eferentes a los órganos efectorios para el VOR y RVE (VSR).

3 - Motoneurona ocular

Las neuronas de salida del VOR son las neuronas motoras de los núcleos motores oculares, que estimulan los músculos extraoculares y producen movimientos conjugados de los ojos en el mismo plano que la cabeza.

Los CSC verticales inervan, de cada lado, cuatro músculos oculomotores: los músculos oblicuo inferior (OI) y oblicuo superior (OS), y los músculos recto inferior (RI) y superior (RS).

El conducto anterior de un lado y el conducto posterior del otro lado están en un mismo plano. Así, durante una estimulación natural, la actividad del conducto anterior está aumentada y la del conducto posterior contralateral disminuida. De este modo, los efectos de una estimulación de los nervios canaliculares de cada par (conducto anterior de un lado o conducto posterior del otro lado) son opuestos.

Tanto los impulsos excitatorios como los inhibitorios son conducidos por las mismas vías hacia los nervios vestibulares, pero solo los excitatorios cruzan la línea media.

Cada CSC influye directamente sobre un par de músculos extraoculares que moverán el ojo en el mismo plano del CSC.

Cuando inclinamos la cabeza hacia la derecha nuestros ojos también se inclinan en un plano que quedaría angulado respecto al plano horizontal, lo cual es compensado con una hipertropía refleja del ojo que queda más abajo y una hipotropía del

ojo que queda más alto, al mismo tiempo existe inciclotorsión del ojo más bajo y exciclotorsión del ojo más alto. Para esto, los CSC anteriores envían estímulos al músculo recto superior (RS) ipsilateral y oblicuo inferior (OI) contralateral. Los CSC posteriores estimulan el oblicuo superior (OS) ipsilateral y el recto inferior (RI) contralateral, y ambos canales simultáneamente envían estímulos inhibidores a sus antagonistas. Si se lesiona uno de ellos pierde su función inhibitoria causando hiperestimulación del antagonista y, por lo tanto, aparente hiperestimulación de los músculos extraoculares (Fig. 6).

El reflejo otolítico ocular produce movimientos oculares torsionales durante la inclinación estática de la cabeza. Al inclinar la cabeza sobre el hombro derecho, se origina *contra-rolling* o a contrarrotación ocular hacia la izquierda (Fig. 7).

Los músculos extraoculares activados por estimulación de cada sección son los requeridos para producir movimientos oculares compensatorios en el plano de las células ciliadas activadas. La mácula sacular es más simple en su organización, dividiéndose en un área inferior y otra superior (Fig. 8).

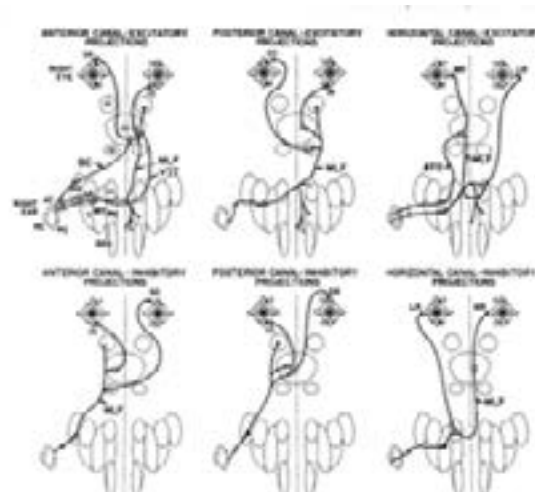


Figura 6: Conexiones del VOR³

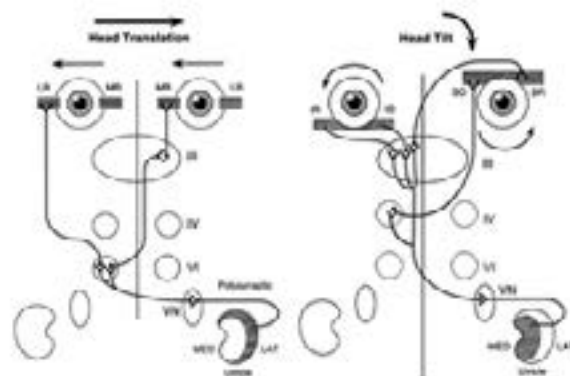


Figura 7: Vías otolíticas: La porción medial del utrículo será estimulada por la inclinación de la cabeza hacia el mismo lado y producirá el *contra-rolling* ocular a través de las conexiones a los músculos ³.

Table 3-3 Connections of the Utricle and Saccule with Muscles of the Eyes

	UTRICLE	
	Lateral	Medial
Anterior	I-SR	I-IR
	C-IO	C-SO
Central	C-MR	I-MR
	I-LR	C-IR
Posterior	I-IO	I-SO
	C-SR	C-IR

	SACCULE	
	Superior	Inferior
	I-SR	I-SO
	C-IO	C-IR

C, contralateral; I, ipsilateral; IO, inferior oblique, IR, inferior rectus, LR, lateral rectus; MR, medial rectus; SO, superior oblique; SR, superior rectus.

Figura 8: (Baloh and Honrubia's Clinical Neurophysiology of the Vestibular System, Robert William Baloh, Kevin Kerber, MD).

REFERENCIAS

- Otero-Millan J., Dale C. Roberts, Adrian Lasker, David S. Zee, Amir Kheradmand. "Knowing what the brain is seeing in three dimensions: A novel, noninvasive, sensitive, accurate, and low-noise technique for measuring ocular torsion", J Vis. 2015 oct; 15(14): 11. Published online 2015 Oct 22. doi: 10.1167/15.14.11
- R S Jampel. Am J Ophthalmol . 1975 Feb;79(2):292-304. doi: 10.1016/0002-9394(75)90085-9 Ocular Torsion and the Function of the Vertical Extraocular Muscles.
- R. John Leigh, David S. Zee, The neurology of eye movements 5 edition, Oxford University Leigh y Zee 2015.
- J Comp Neurol . 1987 Oct 22;264(4):571-94. doi: 10.1002/cne.902640409. Anatomical and Physiological Characteristics of Vestibular Neurons Mediating the Vertical Vestibulo-Ocular Reflexes of the Squirrel Monkey R A McCreary I, A Strassman, S M Highstein.

5. Lionel H. Zupan, Daniel M. Merfeld. Human ocular torsion and perceived roll responses to linear acceleration J Vestib Res. Author manuscript; 2006 Dec 28. Published in final edited form as: J Vestib Res. 2005; 15(4): 173-183.
6. Pierrot-Deseilligny C. [Central oculomotor circuits]. J Comp Neurol. 1987 Oct 22;264(4):547-70.
7. Anatomical and physiological characteristics of vestibular neurons mediating the horizontal vestibulo-ocular reflex of the squirrel monkey. McCrea RA1, Strassman A, May E, Highstein SM.
8. Cristian Aedo Sánchez, Juan Pablo Collao, Paul Délano. Anatomy, physiology and clinical role of the vestibular cortex Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello 2016; 76: 337-346 Reyes2,3.
9. Robert W. Baloh, MD, FAAN, Vicente Honrubia, MD, DMSc, y Kevin A. Kerber, MD. Baloh and Honrubia's Clinical Neurophysiology of the Vestibular (4 ed.).
10. Kathleen E. Cullen,1 Soroush G. Sadeghi,1,2 Mathieu Beraneck,3 and Lloyd B. Minor2 Neural substrates underlying vestibular compensation: Contribution of peripheral versus central processing. J Vestib Res. 2009; 19(5-6): 171-182.

** Médica especialista en Oftalmología Infantil y Estrabismo H. Piñero. Tesorera Centro Argentino de Estrabismo. Co Directora Curso ANual de Estrabismo Hospital Piñero.

MEDICIÓN DE LA TORSIÓN OCULAR CON OCT

Dra. Paula Gochicoa Mulet

Introducción

Torsión ocular: Movimiento que realiza el ojo en torno a su eje anteroposterior.

- Extorsión: Extremo superior del meridiano vertical de la córnea gira hacia temporal.
- Intorsión: Extremo superior del meridiano vertical de la córnea gira hacia nasal (Fig. 1).

La torsión ocular es un movimiento postural, desencadenado por la inclinación de la cabeza. De naturaleza refleja, secundario a la estimulación de los canales semicirculares y otolitos, de carácter involuntario.

El objetivo es mantener en igual posición el eje vertical de la córnea con el fin de conservar el meridiano vertical de la retina perpendicular al horizonte, mediante giro o torsión del globo en sentido opuesto al lugar de inclinación de la cabeza. Según Barany, con la inclinación cefálica de 15° se genera una torsión ocular aproximadamente de 2°. Bixeman y V. Noorden determinaron que en posición primaria de la mirada (PPM) en pacientes normales tenían una diferencia angular entre la papila y la fóvea de 7° \pm 2°.

Diferentes métodos se han aplicado para medir la torsión ocular. Guyton mediante oftalmoscopia indirecta observa simultáneamente la papila y la fó-

vea, y mediante una grilla traza una línea que pasa por la fóvea y por el tercio inferior de la papila. Normalmente la papila está situada ligeramente inferior a la fóvea, y si está situada muy inferior habrá intorsión ocular y si se localiza muy superior hay extorsión.

Domínguez utiliza una grilla milimetrada transparente que coloca sobre una imagen de retinografía en papel.

Medición mediante oct

El OCT es un nuevo protocolo para capa de fibras nerviosas de la retina ajustada por edad (CFNR) y espesor a una base de datos normativa.

El mismo está desarrollado mediante el uso del sistema de OCT que utiliza un software de alineación de la fóvea con el (FoDi) Spectralis HRA OCT de Heidelberg Engineering.

Se utiliza un scan de exploración círculo, centrado la cabeza del nervio óptico, y ofrece al paciente un punto de fijación foveal (Fig. 2).

El objetivo de este trabajo fue calcular la media del ángulo de torsión de una muestra de pacientes en ortotropía. A su vez describir el ángulo de torsión

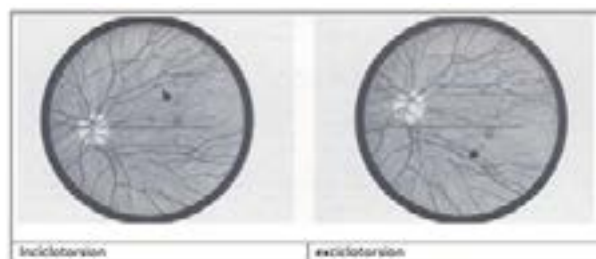


Figura 1

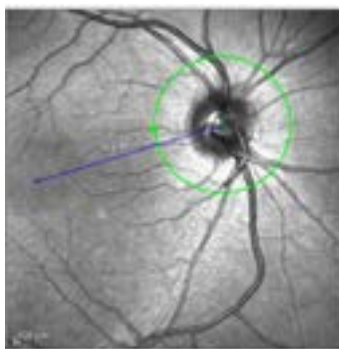


Figura 2

de acuerdo al sexo y edad, y la variación media en el ángulo de torsión luego de realizar un tilt de 25° con la cabeza inclinada hacia hombro derecho y sobre hombro izquierdo comparando el ángulo de torsión medio obtenido mediante el OCT Spectralis y el ángulo de torsión medio obtenido mediante el método de grilla.

Criterios de inclusión

- Mayores de 18 años en ortotropía con visión binocular normal.

Criterios de exclusión

- Pacientes con estrabismo.
- Pacientes con tilt de papila.
- Pacientes con maculopatía.

Método

Adquirir una imagen infrarroja con un oftalmoscopio con láser confocal (SLO). Este SLO es una tecnología de imágenes sin contacto que utiliza luz láser en lugar de un brillante destello de luz blanca para iluminar la retina. La confocalización de imágenes es el proceso de un escaneo punto por punto con un rayo láser enfocado y la captura de la luz reflejada a través del pinhole confocal, elimina la luz dispersada que esté fuera del plano focal. Se tomará una imagen infrarroja junto con el protocolo de examen de capa de fibras nerviosas peripapilares centrado en la papila, este protocolo incluye el software FoDi.

La imagen de fondo de ojo permitirá la vigilar la fovea y el disco durante la adquisición de imágenes. Se utilizará una luz de fijación interna.

Por otro lado el método de la grilla se realiza una impresión digital de la imagen obtenida del fondo de ojo de cada paciente. La medición de los grados de rotación se realiza con una grilla milimetrada impresa sobre papel de acetato transparente.

La misma se coloca sobre la fotografía y se la centra a la fovea, tomando la distancia en milímetros. Sobre la fórmula matemática $\text{alfa tang.} = \frac{\text{OPUES-TA}}{\text{ADYACENTE}} \text{ (OP/AD)}$ se obtiene el valor de la tangente de alfa, a la cual luego se saca el valor del arco dando el valor real del ángulo Alfa (Fig. 3).

Las mediciones en pacientes normales en ambos métodos se realizan en posición primaria de la mirada PPM con mentón apoyado en la mentonera, con el canto externo alineado al plano horizontal marcado en la parte lateral de la mentonera. Luego, se toma una imagen con la cabeza inclinada

25° hacia la derecha y después hacia la izquierda (Fig. 4).

Cálculo muestral: Para testear una hipótesis nula de no diferencia entre la media del ángulo fovea-disco de una población y nuestra muestra se estimó una media de 7,6 (DS 3.6) esperando encontrar una media de 6.8, con poder del 80%, un error alfa 0.05, para un test a 2 colas, se necesita incluir 158 pacientes. Se realizó el cálculo muestra utilizando el software Stata/SE 11.1.

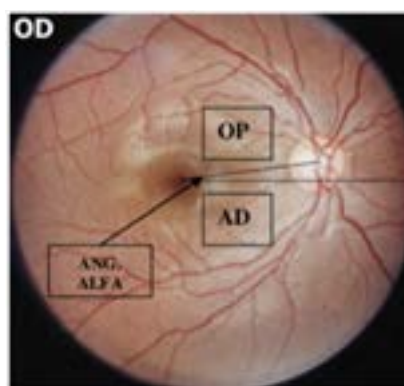


Figura 3



Figura 4

Variables:

- Edad: Se registrará la edad en años al momento de realizarse el OCT.
- Sexo: Se registrará el sexo fenotípico de los pacientes.
- Ortotropía: consideramos ortotropía cuando hay alineamiento ocular en posición primaria de la mirada. La misma se diagnosticará cuando no presente movimientos oculares en el cover-uncover test y el cover test alternante.
- Estereo-agudeza: Randot stereotest. Considerando normal cuando tengan valores menores a 60 minutos de arco.
- Ciclo-posición 1: Se registrará la torsión en grados obtenida mediante el OCT spectralis en PPM.
- Tilt derecha: Se registrará la torsión en grados con el paciente realizando una inclinación de la cabeza hacia la derecha.
- Tilt izquierda: Se registrará la torsión en grados con el paciente realizando una inclinación de la cabeza hacia la izquierda.
- Ciclo-posición 2: Se registrará la torsión en grados obtenida mediante el método de la grilla en PPM.
- Tilt derecha 2: Se registrará la torsión en grados obtenida mediante el método de la grilla con la imagen de la cabeza una inclinada hacia la derecha.
- Tilt izquierda 2: Se registrará la torsión en grados obtenida mediante el método de la grilla con la imagen de la cabeza una inclinada hacia la izquierda.

Resultados en posición primaria de la mirada (PPM) en pacientes normales

Sobre 45 pacientes estudiados. Se determinó el grado de torsión normal en PPM, la diferencia interocular (DIO) y Desvío Estándar (DS) lo cual mostró que la medición de la torsión ocular mediante el OCT Spectralis en posición de la mirada, resultó un método confiable comparado con el método de la grilla (Fig. 5).

Contar con estos resultados nos permite continuar con la segunda etapa del trabajo de investigación para medir pacientes con estrabismo y alteraciones de la torsión ocular.

PPMOD	DS	PPMOI	DS	DIO
5,65	2,70	8,04	3,2	3,38

*** Directora Médica Clínica Privada de Ojos Dra. Mulet, Mendoza. Fellow en Estrabismo y ROP Hospital Italiano, 2017-2018.

MEDICIÓN DE LA TORSIÓN POR RETINOGRAFÍA

Dr. Jorge Pasquinelli

En el año 1982 Bixeman y vonNoorden¹ determinaron que en el fondo de ojo de 50 pacientes normales en la posición primaria de la mirada la fovea presentaba un desplazamiento vertical hacia abajo con respecto al centro del disco óptico que correspondía a una diferencia angular de 7° de extorsión con un desvío estándar de + - 2°. Esta localización podría variar en distintas patologías óculo-motoras, brindando información útil y complementaria para el diagnóstico y el tratamiento de las alteraciones de la motilidad ocular. La torsión ocular es un movimiento que se realiza en el eje anteroposterior y el centro del eje de rotación debería ser la fovea, entonces lo que se desplaza sería la papila con respecto a la fovea, pero es común describir a la torsión por la ubicación de la fovea con respecto a la papila (nos hace recordar la teoría de Claudio Ptolomeo y Nicolás Copérnico).

Este desplazamiento de la fovea se puede medir en una foto color del fondo de ojo obtenida con el retinógrafo mientras la cabeza del paciente está hacia adelante en la posición primaria de la mirada apoyada en la mentonera tratando de evitar desplazamientos cefálicos en el eje horizontal vertical y torsional. Se establece el ángulo llamado alfa trazando dos líneas rectas, que pasan ambas por la fovea, una horizontal y la otra que se dirige al centro del disco óptico (Fig. 1), también se puede formar por dos líneas rectas que pasen por el centro de la papila una horizontal y la otra que atraviesa la fovea (Fig. 2), estos dos ángulos obtenidos son iguales por ser alternos internos. Se mide con un simple transportador. El valor encontrado en el ojo derecho es de 7°.



Figura 1

La torsión normal es entre una extorsión de 5° y 9° por lo tanto cuando la medición está fuera de esos valores será patológica.

Otra manera de obtener la imagen del fondo de ojo es a través del OCT.

Actualmente con un software a partir de una imagen de fondo de ojo digital se puede medir la torsión con mayor precisión y rapidez.

Como la posición normal de la fóvea es estar a la altura del tercio inferior de la papila, en forma práctica si se encuentra por arriba y por debajo de dicho segmento del disco óptico estaremos ante una torsión patológica. Como muestra la figura 3 la línea recta que pasa por la fóvea cae dentro del área limitada por las dos rayas celestes que corresponden a dicho tercio inferior, por lo tanto, la torsión es normal. Esto permite en forma rápida determinar qué torsión presenta el ojo (normal o anormal) ².

La oftalmoscopia binocular indirecta nos permite también evaluar la torsión, pero tenemos que considerar que la imagen es totalmente invertida. Por lo tanto, si la fóvea está por encima del bor-



Figura 2: Ángulos alternos-internos, ambos son iguales.



Figura 3: Línea horizontal desde la fóvea debe pasar por el $1/3$ inferior de disco óptico.

de de la papila será una extorsión patológica y si está casi en el centro o por debajo del centro de la papila estaremos ante una extorsión patológica o intorsión respectivamente. En la Fig. 4 se muestra el fondo de ojo observado con el oftalmoscopio directo con imagen no invertida y con el oftalmoscopio binocular indirecto con imagen invertida, y como vemos, es el mismo ojo derecho con extorsión examinado con ambos métodos, en donde se observa la inversión de la imagen con la OBI.

En el año 1994 David Guyton ³ establece una teoría sobre la generación de la torsión patológica, en donde considera que la pérdida o ausencia de fusión desencadena un proceso activo que desencadena una desviación torsional producida fundamentalmente por los músculos oblicuos, creando un cambio en los planos de acción de los músculos rectos, superiores e inferiores generando una divergencia en mirada hacia arriba y una convergencia en mirada hacia abajo llamado patrón en V, y también de los rectos horizontales provocando en mirada lateral la elevación del ojo que aduce y la depresión del ojo que abduce, este fenómeno es llamado *falling eye* (Fig. 5).

Se muestra un niño (Fig. 6) presentando un esotropía de comienzo precoz, con carencia de visión binocular y falta de fusión donde se observa hipofunción de ambos oblicuos superiores y la hiperfunción de ambos oblicuos inferiores (flechas) con el consiguiente patrón en V y *falling eye*.

La retinografía color (Fig. 7) muestra la importante extorsión en ambos ojos ⁴ mayor en el ojo izquierdo, confirmando la hiperfunción del oblicuo inferior.

En el año 1991 Kushner ⁵ describe un cuadro oculomotor donde en la mirada horizontal se observa una hipertropía en el ojo que está en aducción, y además divergencia en mirada hacia arriba confor-

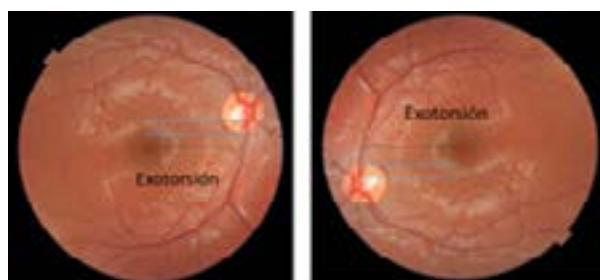


Figura 4: Ojo derecho visto con retinografía color u oftalmoscopio directo. Ojo derecho a través de la oftalmoscopia binocular indirecta. Está invertida la imagen.

mando un patrón en Y que podría ser secundario a una hiperfunción del oblicuo inferior con la correspondiente extorsión, según lo explicado antes; pero no presentaba en el fondo de ojo extorsión patológica; entonces determina que es por un mecanismo diferente, en donde no es culpable el oblicuo inferior y lo denominó "seudohiperfunción del oblicuo inferior".

Kushner comprobó que en realidad era un trastorno congénito de innervación craneal denominado síndrome de Duane IV, donde se produce una innervación aberrante del recto lateral por fibras del recto medio y por fibras del recto superior y el verdadero responsable de la divergencia en mirada hacia arriba es finalmente el recto lateral y no el oblicuo inferior.

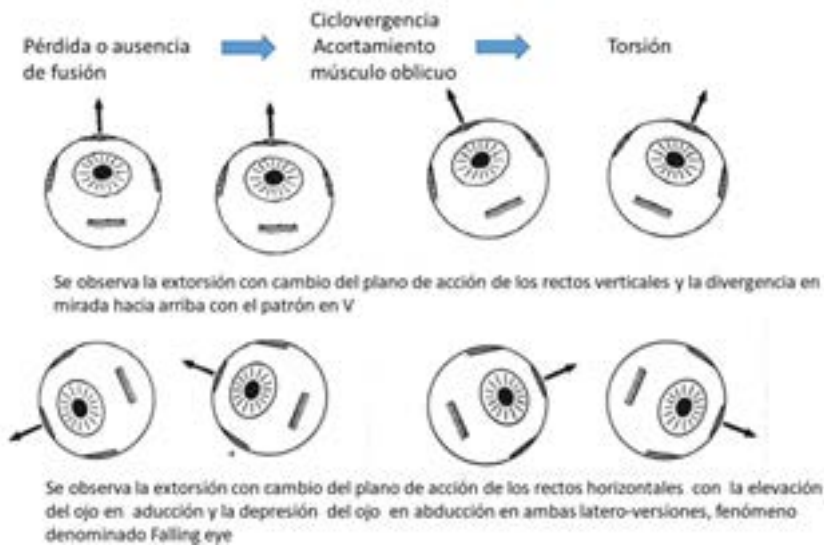


Figura 5

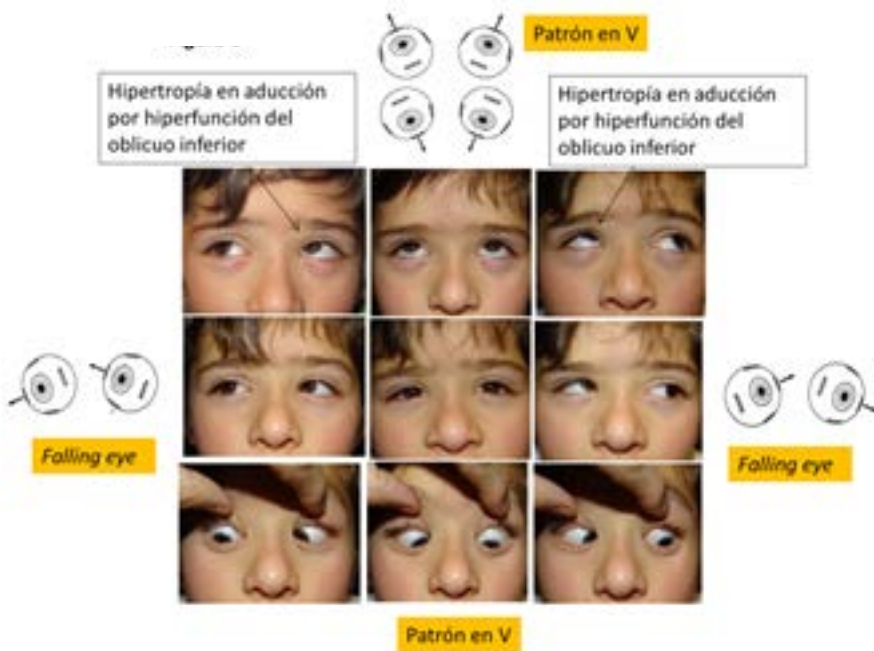


Figura 6

En el paciente de la figura 8 con síndrome de Duane IV se observa en el ojo derecho hipertropía en la aducción por la cocontracción del recto lateral y el recto medio al mismo tiempo y cuando mira hacia arriba se produce una divergencia por la cocontracción del recto lateral y del recto superior simultáneamente. En el primer evento el recto lateral en vez de relajarse se contrae oponiendo su fuerza al recto medio y restringe el movimiento, en el segundo evento en el intento de elevar se contrae el recto superior pero también se co-contrae el recto lateral y lleva el ojo hacia la divergencia en mirada arriba.

En la retinografía color, en este caso, no se observa extorsión patológica. Esto es uno de los muchos ejemplos donde el estudio de la torsión nos ayuda a encontrar el diagnóstico correcto.

El estudio de la torsión ocular con la retinografía color es una herramienta más en el examen oculomotor, que nos puede ayudar en el diagnóstico, como también a establecer el tratamiento más adecuado en las alteraciones oculomotoras.

REFERENCIAS

1. Bixenman WW, von Noorden GK. Apparent foveal displacement in normal subjects and in cyclotropia: *Ophthalmology* 1982; 89-5.
2. Guyton; Clinical assessment of ocular torsion. *Am Orthopt J* 1983;33,7.
3. Guyton DL Sensory Torsion as the Cause of Primary Oblique Muscle Overaction/Underaction and A and V Pattern Strabismus, *Binocular Vision and Eye Muscle -surgery Qtrly*, Vol 9, N°3: 200-236, 1994.
4. Burton j. Kushner. Multiple Mechanisms of Extracular Muscle "overaction". *Arch Ophthalmol*. Vol 124. May 2006.
5. Burton J. Kushner, MD: Pseudo Inferior Oblique Overaction Associated with Y and V patterns, *Ophthalmology* 98: 1500-1505, 1991.

**** Médico concurrente ad honorem al Hospital Profesor Alejandro Posadas. Expresidente del Centro Argentino de Estrabismo.

VIDEO OCULOGRAMA COMPUTARIZADO Y TORSIÓN

Dra. Susana Gamio

La Video Oculografía, (VOG) consiste en un sistema óptico, no invasivo, que, mediante dos cámaras de video infrarrojas, permite el registro de



Figura 7



Síndrome de Duane

Figura 8

los movimientos oculares horizontales, verticales y torsionales de ambos ojos independientemente. Brinda resolución espacial de 0.05°/0.05°/0.10 (en los ejes horizontal/vertical/torsional) y un rango de medida de +- 25°/+20°/+18° (en los ejes horizontal/vertical/torsional), con un área de medida para registro de los movimientos oculares torsionales de +- 20° alrededor de la Posición Primaria de la Mirada. La información es registrada mediante software informático que muestra de manera gráfica los distintos movimientos oculares en los tres ejes ^{1, 2, 3}.

La técnica de registro de VOG-3D consiste fundamentalmente en los siguientes pasos básicos:

1. Ajuste de la máscara VOG-3D. Se coloca la máscara delante de los ojos del paciente, mediante cintas elásticas que posibiliten una fijación lo

suficientemente firme para evitar los desplazamientos del equipo.

2. Centrado de las imágenes. Se centran en sentido horizontal y vertical las imágenes de ambos ojos, así como el enfoque del iris monocularmente.
3. Calibración del sistema. Consiste en establecer los parámetros que van a servir para registrar las desviaciones en sentido horizontal y vertical de los movimientos oculares.

4. Estudios torsionales. Una vez registrados los parámetros que pudiéramos considerar estándares en cuanto a la desviación ocular, seguidamente podremos realizar cualquier tipo de movimiento ocular obteniendo de forma dinámica el registro de los movimientos que ocurran en ambos ojos, en cualquiera de los tres ejes.

Análisis ocluyendo ojo derecho	Right	Left	Right-Left
Horizontal eye position AO destapados	-2,0°	-1,4°	-0,5°
Horizontal eye position OD tapado	-4,0°	-1,2°	-2,8°
Horizontal eye position AO tapados	-10,0°	-0,7°	-9,2°
Vertical eye position AO destapados	-7,6°	-9,6°	+1,9°
Vertical eye position OD tapado	+7,1°	-6,6°	+13,7°
Vertical eye position AO tapados	-1,3°	-1,8°	0,5°
Torsión AO destapados	-0,6°	-4,4°	+3,9°
Torsión OD tapado	+8,2°	+0,4°	+7,7°
Torsión AO tapados	-1,6°	-4,9°	+3,3°
Análisis ocluyendo ojo izquierdo	Right	Left	Right-Left
Horizontal eye position AO destapados	+0,4°	-0,1°	+0,5°
Horizontal eye position OI tapado	-6,4°	-4,1°	-2,3°
Horizontal eye position AO tapados	-6,4°	-4,1°	-2,3°
Vertical eye position AO destapados	-5,9°	-5,8°	-0,2°
Vertical eye position OI tapado	-6,6°	-2,2°	-4,5°
Vertical eye position AO tapados	-9,4°	-10,1°	+0,7°
Torsión AO destapados	+2,0°	-3,2°	+5,2°
Torsión OI tapado	+1,2°	-3,4°	+4,5°
Torsión AO tapados	+5,7°	+2,5°	+3,3°

Figura 1: Maniobra de Posner

Recordemos que el registro de los movimientos oculares se realiza en ambos ojos de forma independiente, lo cual sumado a la posibilidad que dispone el equipo de ocluir cualquiera de los ojos de forma independiente, puede ayudarnos a realizar los registros de ambos ojos teniendo en consideración el ojo fijador, así como realizando las distintas técnicas de cover test.

La utilidad clínica de este método es especialmente evidente en estrabismos verticales que por lo general presentan simultáneamente alteraciones torsionales.

Un ejemplo de esto es la exploración de un paciente con DVD en el cual registramos los movimientos

oculares durante la maniobra de Posner y estudiamos los movimientos oculares durante el fenómeno de Bielschowsky.

Al realizar la maniobra de Posner para confirmar el diagnóstico de DVD, podemos observar el ascenso y extorsión del ojo ocluido mientras el ojo fijador intorsiona. Cuando se ocluyen ambos ojos, ocurre el descenso e intorsión del ojo ocluido e hipertrópico y se observa extorsión del otro ojo. Cuando nuevamente destapamos un ojo, se vuelve a producir el ascenso con extorsión del ocluido, acompañado por la intorsión del ojo fijador (Fig. 1 y 2). El Fenómeno de Bielschowsky se evidencia mediante los filtros de Bagolini colocados delante del

ojo fijador, se produce disparidad lumínica lo que origina una vergencia ciclovertical y el descenso del ojo hipertrópico. Podemos observar cómo el ojo fijador sigue un ascenso inicial con una extorsión por la acción del oblicuo inferior, la cual conlleva la intorsión del ojo ocluido por la acción del oblicuo superior, a la vez que ocurre una hipertropía progresiva del ojo derecho fijador, ocurriendo posteriormente la con-

tracción de ambos rectos inferiores con el descenso consiguiente del ojo hipertrópico (Fig. 3 y 4). De este modo podemos establecer que las teorías que explican el mecanismo del Fenómeno de Bielschowsky involucrando la acción de los músculos oblicuos en su desencadenamiento, se encuentran justificadas al analizar no sólo los componentes verticales, sino especialmente los torsionales, que no podrían valorarse por otro método que no fuera el que hemos utilizado.

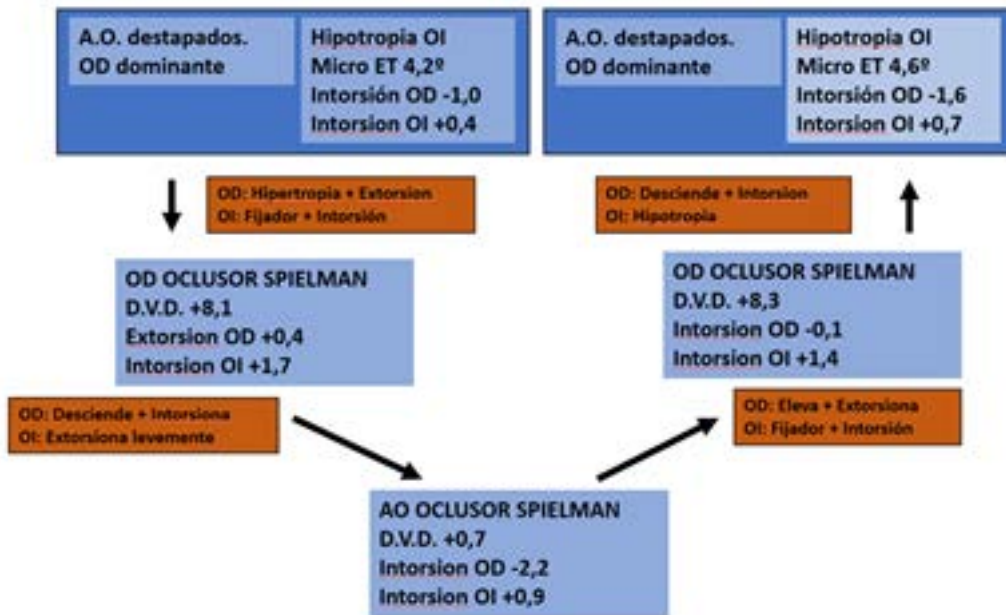


Figura 2: Test de Posner

	OI Ocluido	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	
DVD	-7,7°	-6,3°	-7,2°	-4,2°	-5,5°	-6,1°	-5,5°	-3,4°	-1,1°	
		# 9	# 10	# 11	# 12	# 13	# 14	# 15	# 16	# 17
DVD		-5,7°	-2,1°	-1,3°	-1,2°	-2,5°	-0,7°	+3,0	-0,9°	+1,1°

Figura 3: Fenómeno de Bielschowsky

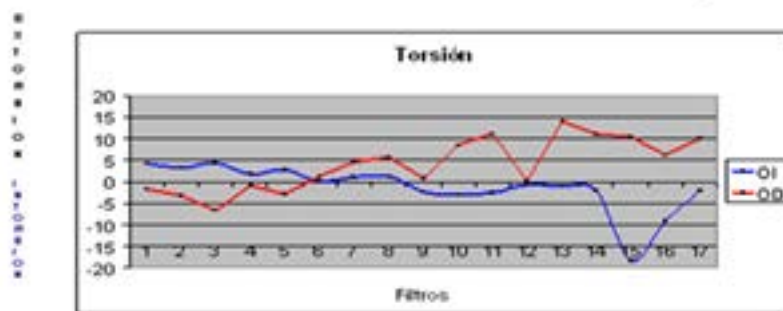


Figura 4. Cambios torsionales durante el Fenómeno de Bielschowsky

También este método es muy útil en el estudio pre y postoperatorio de puestas del oblicuo superior (Fig. 5 y 6). Mostramos un ejemplo donde podemos observar el patrón de incomitancia de la desviación horizontal, vertical y torsional en las nueve posiciones diagnósticas de la mirada en el preoperatorio y luego de la resolución quirúrgica del caso.

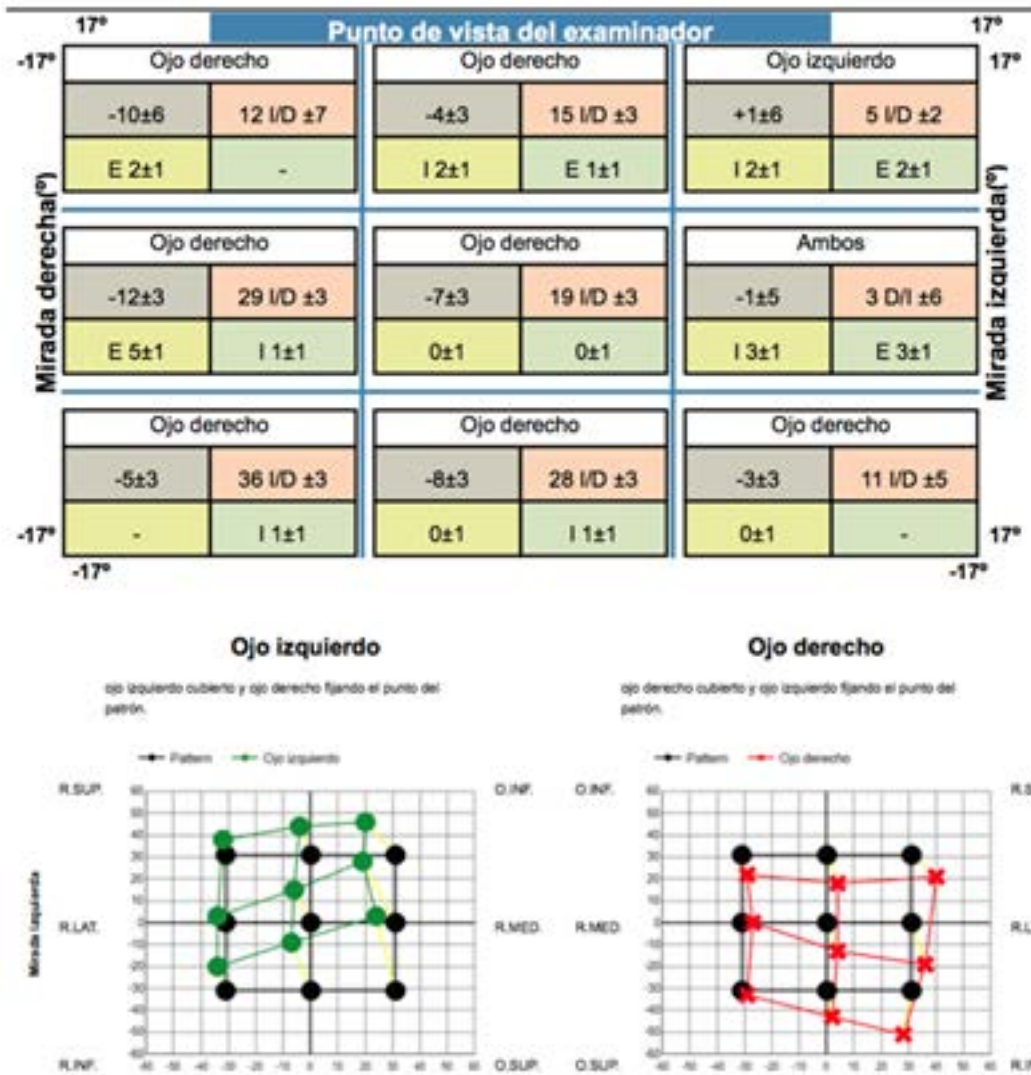


Figura 5. Puesta del oblicuo superior de ojo izquierdo. Preoperatorio

En conclusión, la videooculografía es un método útil y simple para evidenciar el componente horizontal, vertical y torsional que exhibe el paciente estrábico, sirve también para mostrar el patrón de incomitancia lo cual nos facilita el diagnóstico y tratamiento.

***** Jefa del Servicio de Oftalmología Hospital Ricardo Gutiérrez. Expresidente del Centro Argentino de Estrabismo.

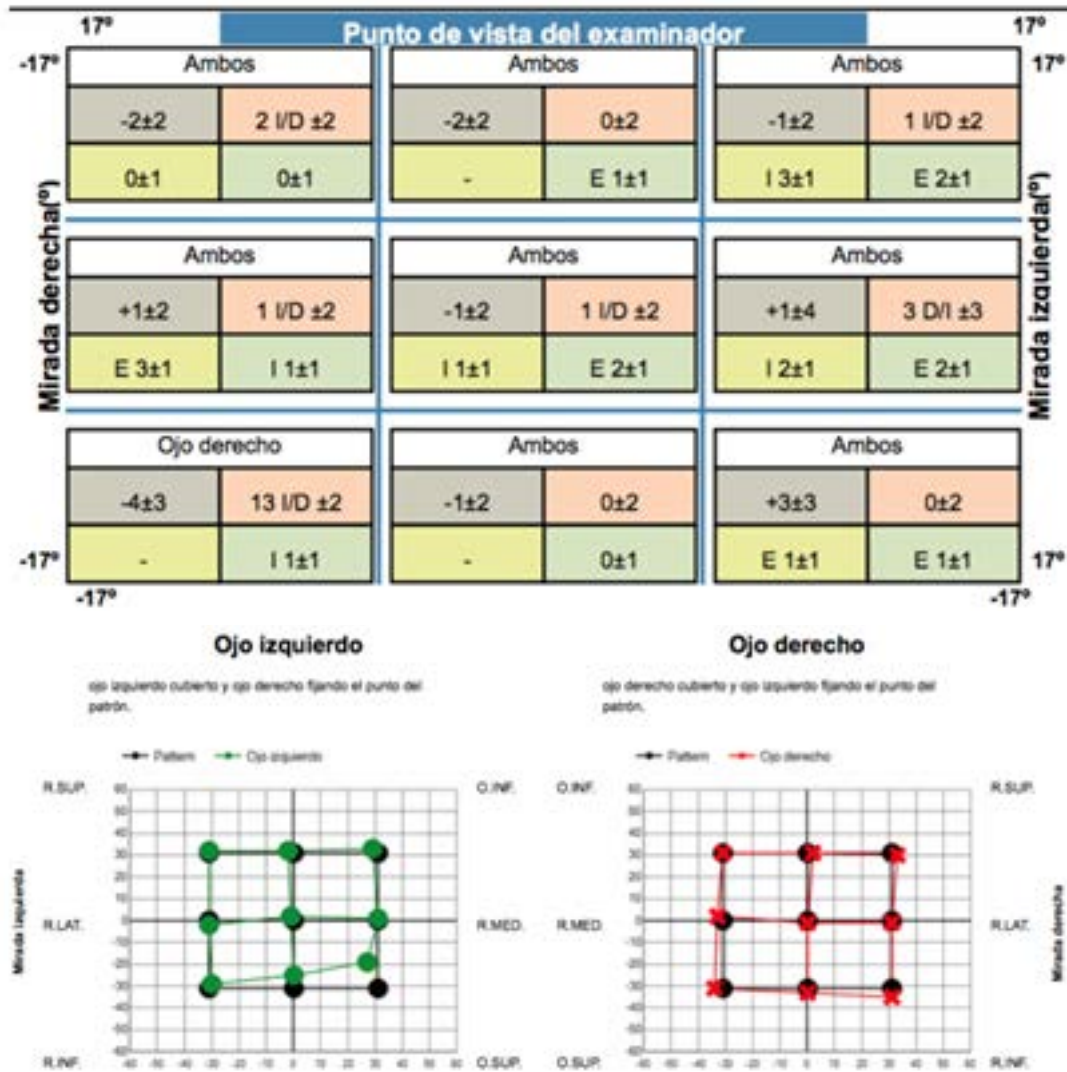


Figura 6. Paresia del oblicuo superior izquierdo postoperatorio

REFERENCIAS

- Ott D, Gehle F, and Eckmiller R (1990) Video-oculographic measurement of 3-dimensional eye rotations. J Neurosci Meth 35: 229-234.
- Scherer H, Teiwes W, and Clarke AH (1991) Measuring three dimensions of eye movement in dynamic situations by means of videooculography. Acta Otolaryngol 111: 182-187.

- Groen E, Bos JE, Nacken PF, and de GB (1996) Determination of ocular torsion by means of automatic pattern recognition. IEEE Trans Biomed Eng 43: 471-479.
- Laria Ochaíta C, Torres Morón J, Rodríguez Sánchez J M, Renata Plech A, Alió J (2007) Videooculografía: una nueva perspectiva de la motilidad ocular para la estrabología: Aplicaciones clínicas Acta Estrabológica Vol. XXXVI, Mayo-Agosto 2007; 2: 00-00.

IV NERVIYO Y TORSIÓN

Dr. Fernando Prieto Díaz

El músculo oblicuo superior es un inciclotorsor, por lo tanto una disminución en su fuerza (paresia), o una ausencia completa de la misma (parálisis), determinará un desequilibrio de las fuerzas rotacionales entre los dos principales músculos ciclotorsores (los oblicuos), en favor del efecto exciclotorsor del músculo oblicuo inferior. Una paresia aguda del oblicuo superior genera una exciclotorsión de pocos grados, especialmente en abducción, pero con el paso del tiempo la hiperfunción secundaria del músculo oblicuo inferior la acrecentará. Asimismo la paresia del oblicuo superior (POS), ocasionará una hipertropía en ciertas posiciones de la mirada, por lo que pueden establecerse efectos secundarios, los llamados "secundarismos" de las POS. Un ejemplo es la contractura del músculo recto superior del ojo afectado por encontrarse en permanente hipertropía, si es que está afectada la posición primaria de la mirada. De esta manera el estado torsional puede modificarse primero a una exciclotorsión ocasionada por su antagonista directo el oblicuo inferior, que es lo que primero sucede, y luego en su evolución natural la paresia determina una contractura del recto superior, que tiene un efecto secundario inciclotorsor. Si esto sucede la exciclotorsión será menos pronunciada que inicialmente y puede inclusive desaparecer en casos con recto superior muy contracturado.

Cuando una desviación vertical es sospechosa de ser ocasionada por una POS el estado torsional de ambos ojos debe ser evaluado debido a que contribuye muchísimo al diagnóstico. Por ejemplo encontrar inciclotorsión en el ojo afectado lo descarta totalmente, y encontrar la exciclotorsión buscada lo refuerza. Los métodos para estudiar el estado torsional pueden ser subjetivos u objetivos. Entre los subjetivos podemos mencionar al test de Varillas de Maddox y al Test de Vidrios Esfriados de Bagolini, entre los más utilizados en el consultorio. Entre los métodos objetivos podemos mencionar las retinografías con todos los métodos de medición una vez obtenidas, la OCT, la O.B.I., el estudio del fondo de ojo con lupas en lámpara de hendidura, la autorrefractometría y la videoculografía.

Un adulto sin estrabismo y visión binocular normal puede fusionar 8° de ciclodisparidad, es decir puede percibir una imagen única cuando en realidad

la imagen de cada ojo está rotada hasta esa cantidad de grados. Por otro lado, el adulto normal es capaz de una ciclovergencia de otros 8°, esto es rotar sus ojos para acercar una imagen ambos en el sentido de la inciclorrotación o ambos en el sentido de la exciclorrotación. La consecuencia de esto es que ante una ciclodisparidad la capacidad de evitar la diplopía torsional puede llegar a 16°, compensando 8° con ciclorrotación y los otros 8 con ciclofusión.

Las POS congénitas, que son muy frecuentes, no tienen torsión subjetiva, a veces solo una muy pequeña e inmensurable, y nunca son sintomáticas, esté o no presente en el paciente la visión binocular. Los niños con torsión anatómica pueden desarrollar un tipo de correspondencia sensorial anómala para reordenar los meridianos retinianos en la corteza occipital. Entonces se apreciará una torsión en el fondo de ojo que será asintomática, y no podrá ser demostrada en el Test de doble Varilla de Maddox, por más disociante que sea este test. Cuando la POS ocurre luego de los 7 años, los niños ya suelen mostrar torsión subjetiva.

Las POS adquiridas unilaterales tienen siempre una mensurable torsión subjetiva, pero no es sintomática tampoco. Lo que molesta al paciente es la diplopía vertical y no la exciclotorsión; inclusive el tortícolis con inclinación de la cabeza al hombro opuesto del ojo afectado obedece a reducir la desviación vertical y facilitar la fusión y no a mejorar el estado torsional del ojo con POS, y esto es válido también para las formas congénitas.

La percepción espontánea de ciclotorsión debe hacer sospechar siempre de paresia bilateral, especialmente en la mirada abajo, pero esto solo ocurre en las paresias bilaterales muy simétricas. Kraft y col. encontraron 20° de exciclotorsión en POS bilaterales adquiridas en este campo de la mirada inferior. Este déficit intorsor de los oblicuos superiores paresiados en la mirada abajo entonces es útil para el diagnóstico de bilateralidad, cuando encontramos una gran diferencia de torsión subjetiva entre la posición primaria y la infraversión. Basándose en reportes sobre esta diferencia torsional subjetiva puede afirmarse que una diferencia de torsión mayor a 20° entre la posición primaria y la mirada abajo tiene un 90% de posibilidades de ser una paresia bilateral.

Existen varios estudios que establecieron la magnitud de torsión normal encontrándose el ojo en posición primaria. Los parámetros de referencia fueron las estructuras del fondo de ojo. En este sentido importa el ángulo de inclinación en que se

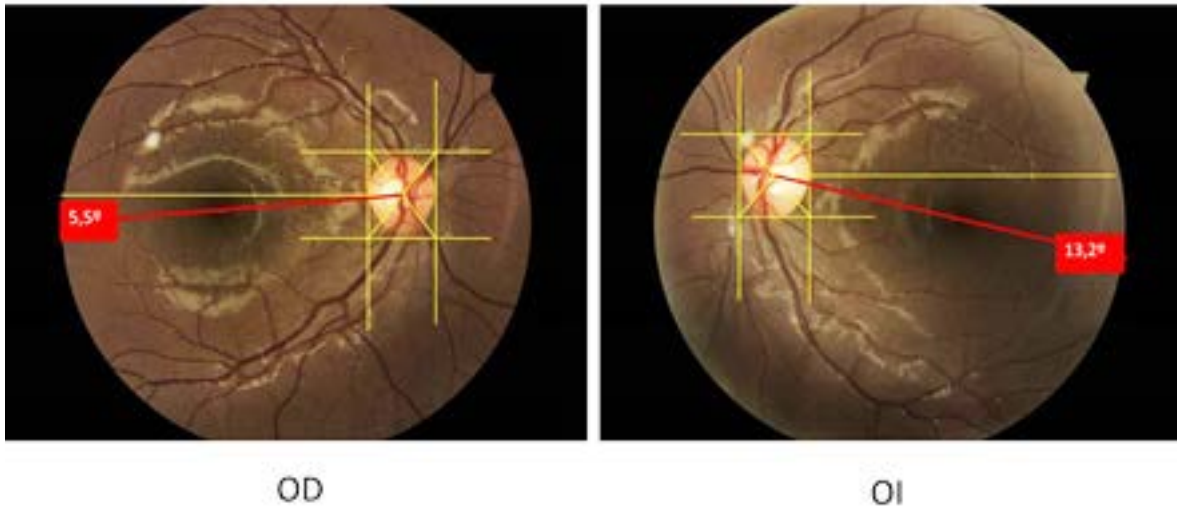


Figura 1: Paresia del oblicuo superior de ojo izquierdo



Figura 2

encuentra la fóvea en relación al centro del nervio óptico, en el conocimiento que anatómicamente aquella se ubica más descendida. Si bien el centro del fondo de ojo es la fóvea en la mácula, arbitrariamente en estas mediciones se considera como centro al nervio óptico, pues lo que interesa es la posición relativa entre ambos. Debido a que así planteada la posición habitual de la fóvea está más baja, este hecho clínicamente exagera una exciclotorsión y minimiza una inciclotorsión en la

apreciación visual de la misma por parte de un observador.

Bixenman y von Noorden establecieron que el ojo normalmente tiene a la fóvea por debajo del centro del nervio óptico con una angulación de unos $7,25^\circ$ en promedio. Más tarde Guyton y Weingarten confirmaron estas mediciones pero agregaron que en su estadística los ojos normales podían encontrarse hasta ± 2 errores estándar. Esto determinaba la siguiente conclusión: un ojo normal puede

estar con una angulación disco óptico-fóvea entre $2,1^\circ$ y $12,4^\circ$ en el sentido de descenso de esta última en relación al primero.

En la Fig. 1 se observa el estado rotacional típico en un caso de POS, en este caso de ojo izquierdo. El ángulo disco óptico-fóvea del ojo derecho es de $5,5^\circ$, lo que se considera normal, pero en el ojo izquierdo es de $13,2^\circ$ lo que lo lleva por fuera de

los dos errores estándar y lo ubica claramente en la exciclotorsión. En la Fig. 2 se puede observar el cuadro clínico de POS izquierdo.

Existen casos de POS en donde el estado rotacional de ambos ojos desconcierta. Nos referimos a casos en donde el afectado es el ojo fijador, encontrando más exciclotorsión en el ojo "sano". A este hallazgo últimamente lo venimos denominan-

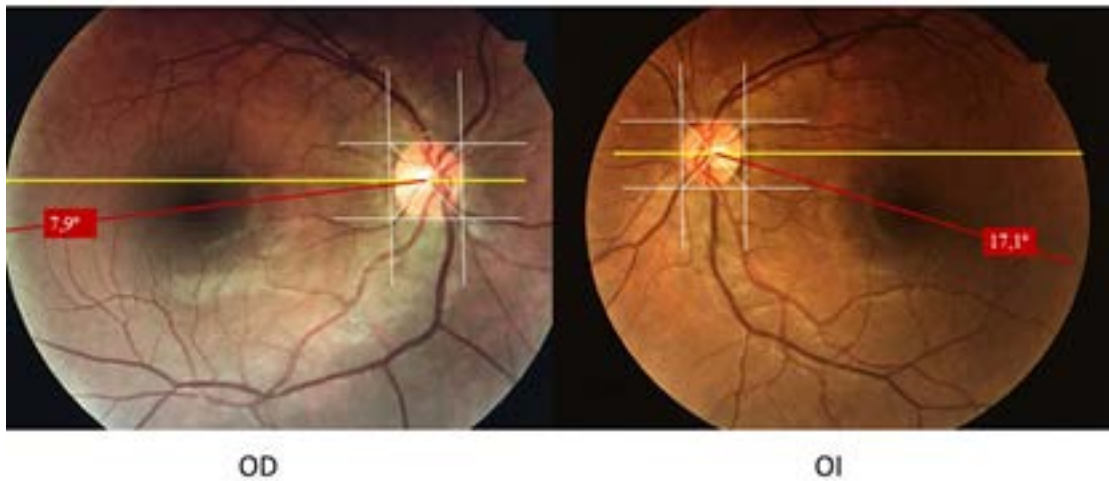


Figura 3: Paresia del oblicuo superior de ojo derecho



Figura 4

do “paresia paradójal”. Un ejemplo de esto es el caso de la Fig. 3. En ella se puede observar al ojo derecho fijador afectado con una angulación disco óptico-fóvea de 7,9°, mientras que el ojo congénere no afectado presenta una gran exciclotorsión de 17,1°. En la Fig. 4 se observa el cuadro clínico de la paciente en donde puede apreciarse la gran hipertropía del ojo derecho acompañada de un signo de Bielschowsky francamente positivo.

Estos hallazgos nos permiten deducir algunas hipótesis aun no confirmadas. La más simple de ellas es que al ser el ojo fijador el afectado se produciría una “torsión conjugada”, en este caso hacia la izquierda, llevando al ojo afectado a la “normalidad torsional” y el congénere a la exciclotorsión. De todas maneras estos pacientes presentan un mayor o menor grado de torsión, en uno u otro ojo, pero siempre en el sentido de la exciclotorsión y solo introducen la duda acerca de la bilateralidad o no de una POS. El hallazgo de una inciclotorsión cambiaría completamente el diagnóstico, no introduciría solo dudas de bilateralidad.

Para finalizar podemos concluir que la exciclotorsión moderada del ojo afectado es el hallazgo habitual en POS, pero que no existen límites precisos para hacer diagnóstico diferencial entre la normalidad y una paresia unilateral, como así tampoco entre ésta y la paresia bilateral basándonos solo en el estado torsional. Este solo es un dato de valor en el contexto clínico oculomotor del paciente.

REFERENCIAS

1. Bixenman, W.W. & von Noorden G.K.: Apparent foveal displacement in normal subjects and incyclotropia. *Ophthalmology* 1982 (89): 58.
2. Guyton, D.L.: Ocular Torsion. *Sensorimotor principles. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1998; 226-241.
3. Guyton, D.L., von Noorden G.K: Sensory adaptations to cyclodesviations. In Reineke RD (ed) *Strabismus*, p399. New York, Grune & Stratton, 1978.
4. Plager D.A. In Rosmbaun A.L. y Santiago, A.P. (ed) *Clinical Strabismus Management*, p. W.b. Philadelphia, W.b Saunders Company, 1999.
5. Kraft S.P., O'Reilly C., Quingley P.L. et al: Cyclotorsion en unilateral and bilateral superior oblique paresis. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1993 (30): 361.
6. Guyton, D.L.; Weingarten P.E.: Sensory Torsion as the Cause of Primary Oblique Muscle overaction/Underaction and A- and V-Pattern Strabismus. *Binocular Vision & Eye Muscle Surgery Qtrly*(9):200-236.

***** *Director Médico del Instituto Prieto Díaz. Director Jefe de la Revista de Estrabismo y Oftalmología pediátrica-REOP. Head of Strabismus Section in Global Advisory Council of WSPOS.*

CONTRAMOVIMIENTO OCULAR (CMO) Y CONCLUSIONES

Dr. Daniel P. Domínguez

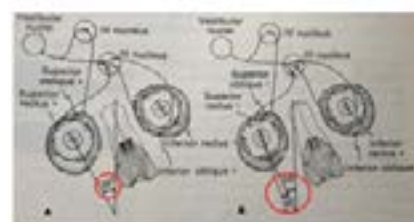
En los humanos, la expresión de estos movimientos involuntarios torsionales está dado por lo que se conoce como contramovimiento ocular (ocular *counterrolling* - CMO) que es el movimiento torsional reflejo que realizan los ojos en sentido opuesto a la cabeza cuando ésta se inclina sobre uno de los hombros en un intento de mantener la verticalidad (el ángulo final de rotación del ojo es menor a la sumatoria del ángulo normal del desplazamiento papila fóvea más el ángulo de inclinación de la cabeza) (Fig. 1).

Si bien en un principio se consideraba a este tipo de movimientos como un movimiento compensatorio, en la actualidad se sabe que son movimientos pequeños y solos parcialmente compensadores. Clásicamente se describen dos fases en este movimiento. Uno que es dinámico, que se dice ser un nistagmus rotatorio optoquinético y vestibular, y se produce mientras el paciente inclina la cabeza (canales semicirculares) y otro que es estático y se produce cuando ésta se mantiene fija en la posición final de inclinación (utrículo y sáculo).

Durante las dos fases el contramovimiento ocular solo alcanza a ser entre 6° y 10° aproximadamente y se mantiene en estos valores a partir de los 25° de la inclinación de la cabeza. Esto deja bien en claro que nunca los ojos alcanzan la verticalidad. Por lo tanto, con la cabeza derecha los ojos adquieren una posición de equilibrio horizontal, vertical y torsional.

Al inclinarse la cabeza sobre uno de los hombros los ojos reciben la influencia de dos fuerzas que son independientes de la voluntad: la rotación de la cabeza y el contramovimiento ocular.

• Measurement of compensatory Counterroll by Fundus Photographs Method. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1976; 15:403-413.



• Fundus Photographs of the Human Eye and Visual System, *Ocular Motility* (Springer, pag 177-183 & Springer-Verlag New York, 1978)

• Magnetic Resonance Imaging of Human Extraocular Muscles During Static Counterrolling. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005; 46(11):3302-3309

Figura 1: Contramovimiento ocular

El movimiento tónico torsional que se presenta como respuesta otolítica refleja cuando mantenemos la cabeza inclinada sobre uno de los hombros expresaría la acción torsional de los músculos oblicuos.

Esto fue demostrado por Demer y Clark en 2005 donde evaluaron los músculos extraoculares durante el contramovimiento estático ocular a través de la RNM.

Ellos concluyeron que durante la inclinación de la cabeza sólo existe un importante aumento de sección de corte de los músculos oblicuos que se asocia a un desplazamiento de las poleas de los demás músculos rectos.

De esto se desprende que, si bien los músculos verticales tienen como funciones secundarias la

torsión del ojo, durante los movimientos de inclinación de la cabeza donde la estimulación de estos es refleja, sería fundamentalmente atribuible a los músculos oblicuos.

Caso clínico

Se presenta un caso que clínicamente es compatible a parálisis del IV nervio de OD. La torsión estática de posición primaria de la mirada demuestra una leve extorsión del ese ojo compatible a los cambios que se generan por la alteración del oblicuo mayor (intorsor) (Fig. 2).

A la evaluación de la torsión estática refleja (posición del ojo cuando se inclina la cabeza sobre uno de los hombros), se puede observar que el ojo

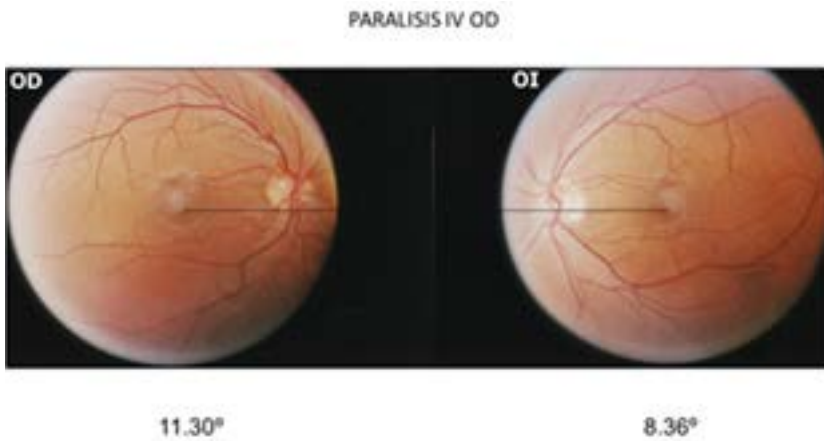


Figura 2: Contramovimiento ocular

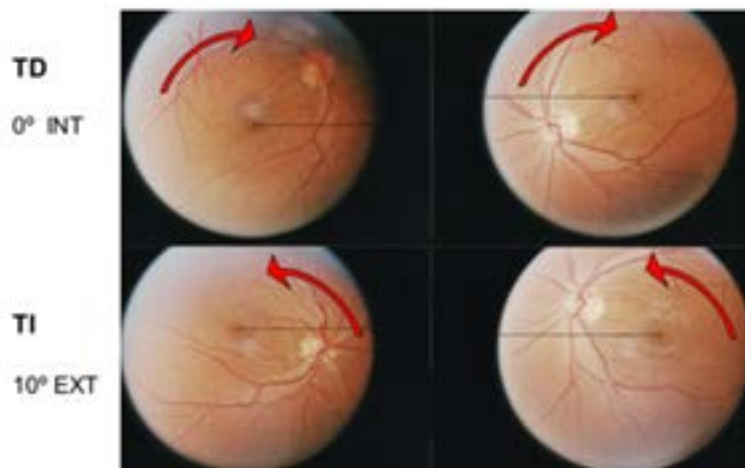


Figura 3: Prequirúrgico

derecho está imposibilitado de realizar el contramovimiento ocular en intorsión cuando el paciente inclina la cabeza sobre el hombro derecho (VN en esa posición: 6 - 10°, valor hallado: 0°) ya que el que actúa a ese nivel es el oblicuo mayor del ojo derecho, que está alterado (Fig. 3).

Luego de realizar una cirugía debilitante del oblicuo inferior del OD (disminuir su acción extorsora), se comprueba un mejoramiento del estado torsional estático en posición primaria de la mirada, (Fig. 4) y la aparición del contramovimiento ocular en intorsión del OD cuando se inclina la cabeza sobre el hombro derecho (valor hallado: 2.5°). Esto demuestra que no era una parálisis verdadera del oblicuo mayor, sino una paresia, ya que la función del oblicuo mejora al debilitar el oblicuo Inferior (Fig. 5).

Esta situación se encuentra solamente en las hiperfunciones del oblicuo inferior secundarias a la parálisis del oblicuo superior el cual se encuentra hipofuncionante por su parálisis - paresia, ya que, en las hiperfunciones primarias del oblicuo inferior, la hipofunción del oblicuo superior no se asocia a anomalías en el contramovimiento ocular como hemos demostrado en el XVIII Congreso CLADE Cancún, México (Fig. 6), por ello serían pseudohipofunciones del oblicuo superior.

Por todo lo expuesto, el conocimiento de las bases anatómicas, la clínica y los estudios complementarios de la torsión ocular nos permite ajustar los diagnósticos y proponer cirugías acordes a la patología del paciente, con la idea de obtener resultados óptimos.

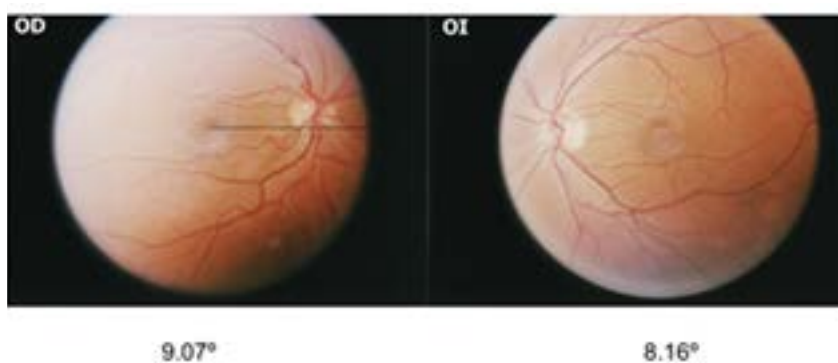


Figura 4: Postquirúrgico, 2 años

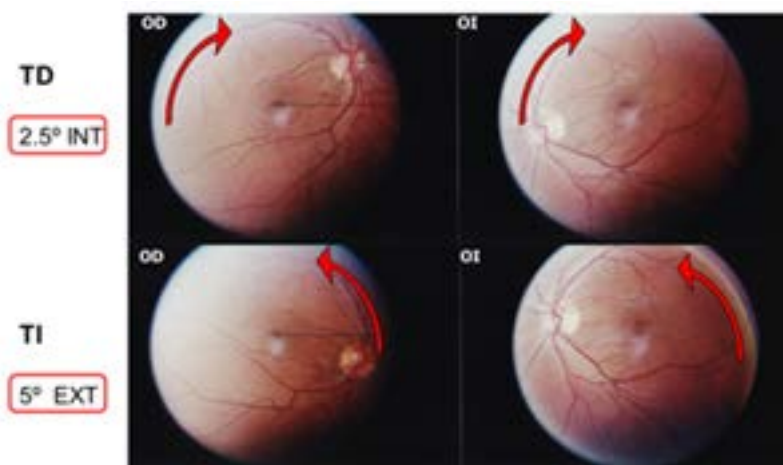


Figura 5: Postquirúrgico

Como decía el Dr. Harley Bicas: “En toda desviación deben estar evaluados los 3 componentes: Horizontal, Vertical y Torsional, ya que uno puede afectar a las otros dos”.

REFERENCIAS

1. Ocular Torsional Movements in normal humans. Kuschner BJ, Kraft SE Am J. Ophthalmol 1983; 95:752.
2. Ocular torsional movements in Humans with normal and abnormal ocular motility Part I: Objective measurements. Kuschner BJ, Kraft SE, Vrabec M. J. Pediatric Ophthalmol Strabismus. 1984; Vol 21, 172 - 7.
3. Ocular Torsion: Rotations Around the “Why” Axis. Kuschner BJ, Journal of AAPOS 2004, V 8; N1, pag 1 – 12.
4. Measurement of compensatory Cycloduction by Fundus Photographic Method. Inatomi A., Okamoto K., Terao N., Reinecke R. ; STRABISMUS , New York, Grune&Straton, 1978, 405 – 413.

5. Studies on the Bielchowsky Head Tilt Test, . Watanabe Y, Mori R., Oshtsuki H., Reinecke R. ; STRABISMUS , New York, Grune&Straton, 1978, 387 – 398.
6. Evaluation of Ocular Torsion and Principles of Management. Phillips P, Hunter D., Rosebaum A., Santiago A. CLINICAL STRABISMUS MANAGEMENT. Principles and Surgery Techniques; Philadelphia: W.B. Saunders Company: 1999, Chapter 4, 52 – 72.
7. Magnetic resonance imagining of human extraocular muscles during static ocular counter-rolling. Demer JL, Clark RA. J. Neurophysiol 2005 Nov; 94(5): 3292 – 303.
8. Study on ocular torsion of V pattern strabismus. Yu X., Mai G., YU H., Deng D., Lin X., Chen J., Wu H. Yan Ke Bao 2003 Sep; 19(3): 160.

Los autores no tienen intereses comerciales en ningún material de los presentados en este artículo.

• HFOI PPM	OD 24.49° OI 24.63°	DS +/- 2.03° DS +/- 2°	
• HFOI INC D	OD 45.92° OI 5.04°	CM 3.57° CM 5.41°	p<0.05
• HFOI INC I	OD 3.48 ° OI 45°	CM 3.99° CM 4.63°	p<0.05
• HFOS PPM	OD -2.80° OI -2.34°	DS +/- 2° DS +/- 1.94°	
• HFOS INC I	OD 14.44° OI -20.52°	CM 7.7° CM 7°	p<0.05
• HFOS INC D	OD -23.33° OI 15.31°	CM 4.47° CM 7.29°	p<0.05

XVIII Congreso CLADE Cancun , Mexico

Figura 6: Resultados. Evaluación del contramovimiento ocular estático en las hiperfunciones primarias de músculos oblicuos.