



REFLEJO ÓCULO-VESTIBULAR Y NISTAGMUS OPTOQUINÉTICO

AUTOR

Thomas Salmon: Northeastern State University, EEUU

PAR REVISOR

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, EEUU

ESTE CAPÍTULO INCLUYE UNA REVISIÓN DE:

- Sistema vestibular (ROV)
- Sistema optoquinético
- Función vestibular y optoquiinética anormal

INTRODUCCIÓN

- Los seres humanos son seres dinámicos, constantemente presentan retos al sistema visual para mantener una buena visión
- Cualquier movimiento, ya sea trotar, caminar, hacer ejercicio, jugar fútbol, etc. necesita uno de dos sistemas especializados para mantener la mirada fija y clara y también para asegurar que el mundo no tiemble ni se mueva con nuestro movimiento corporal.
- **El sistema optoquinético** y el **sistema vestibular** evitan esas perturbaciones causadas por el movimiento.
- Estos sistemas nos permiten hacer cualquier movimiento que deseemos y aun así mantener una visión clara.
- Si fallan, se generará un movimiento del entorno con cada movimiento de cabeza realizado (oscilopsia)

SISTEMA VESTIBULAR

	<ul style="list-style-type: none"> • El reflejo óculo vestibular (ROV) es controlado por el sistema vestibular. Es un reflejo normal que es responsable de la posición compensatoria asumida por los ojos cuando la cabeza se mueve. • Movimiento conjugado--- Ambos ojos se mueven juntos en la misma dirección pero en dirección opuesta al movimiento de cabeza. Esto permite que los ojos mantengan la fijación en un objeto, e.j. si la cabeza se mueve hacia la izquierda los ojos se mueven hacia la derecha. Esto es lo que sucede en el tercer paso del test de Parks. • La función del ROV es estabilizar la imagen retinal durante un movimiento rápido/corto ejercido por la cabeza o el cuerpo o incluso cualquier movimiento del mundo visual. • Piense que le pasaría a su visión si el ROV no funcionara bien!! • Las personas que sufren alguna enfermedad cerebelosa pueden tener ROV anormal. Para estas personas, el mundo se mueve y tiembla con cada movimiento de cabeza. • El ROV genera la fase “lenta” del Nistagmus. • Es estimulado por cosas como su talón chocando con el pavimento al caminar. • El ROV es estimulado solo por la “aceleración”, no por el movimiento continuo.
TIPOS DE ROV:	Existen dos tipos de reflejo óculo vestibular: Dinámico y estático
ROV DINÁMICO	<p>El ROV dinámico surge de los canales semi-circulares laberínticos en el oído interno.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genera un movimiento ocular que es igual y opuesto a la cantidad del movimiento de la cabeza. • Detecta las aceleraciones angulares de la cabeza. • A medida que la cabeza rota en una dirección, el fluido endolíntico se desplaza en la posición opuesta. El grado de desplazamiento endolíntico es proporcional a la velocidad de la cabeza. • Este movimiento desplaza la cúpula y las células vellosas y estimula una señal de velocidad de la cabeza. • La red neural vestibular se integra con la velocidad de la señal para obtener una señal de desplazamiento de la cabeza. • A medida que el fluido se mueve en los tres canales, un movimiento de estabilización ocular (ROV) se genera.
ROV ESTÁTICO	<p>El ROV estático se genera desde la macula, sáculo y utrículo (órganos otolitos).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este reflejo involucra la macula del sáculo y asimismo, al utrículo y al otolito. • En lo concerniente a las inclinaciones estáticas y aceleraciones lineales de la cabeza; son efecto de la gravedad. La inclinación de la cabeza estimulará el ROV estático. • Un otolito pesado reposa sobre la mácula en el oído interno. • Cualquier cambio en el otolito provee información concerniente a la inclinación/angular de la cabeza. • El movimiento ocular resultante ocurre con un retraso de 35-mseg y es llamado ROVt (respuesta óculo-vestibular translacional) o la “reacción inclinatoria del ojo y la cabeza”. <p>Además de mantener la imagen retinal estable durante los movimientos de cabeza breves, el sistema vestibular también mantiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La postura corporal • Equilibrio • Tono muscular



La vía vestibular tiene un “arco reflejo de 3 neuronas”

Terminales sensoriales de las células vellosas → nervio vestibular primario → núcleo vestibular → neuronas vestibulares secundarias (vía FLM) → neuronas oculo motoras → MEO

Las conexiones entre los canales semicirculares y los MEO son mencionadas en la tabla 10.1. Que ilustra la orientación de los canales semicirculares horizontales que se aproximan a la acción de tracción del recto medial en el mismo lado del movimiento y del recto lateral en el lado opuesto. Relaciones similares pueden ser observadas para los canales semicirculares superior y posterior.

Tabla 10.1 Conexiones entre los canales semicirculares y los MEOs.

Canal	IPSI	Contra
Horizontal	RM	RL
Superior	RS	OI
Posterior	OS	RI

ADAPTACIÓN DEL ROV

- El sistema puede adaptarse a cambio resultantes del crecimiento, edad, enfermedades neurológicas y la ingravidez. Los astronautas usan su ROV (y NOK) para ayudar a mantener la fijación en los paneles de los instrumentos en el espacio.
- El ROV puede ser suprimido voluntariamente→el flocculo cerebeloso hace esto.
¿por qué es importante tener la capacidad de suprimir el ROV y en qué tipo de situaciones sería útil hacerlo?
- El ROV puede hacer adaptaciones variables a los cambios ópticos inducidos por la magnificación.
 1. Prisma reverso izquierda-derecha: la adaptación es lenta e incompleta.
 2. Gafas telescópicas en baja visión: adaptación rápida.
 3. La magnificación cambia en la corrección con gafas:
 - Los miopes requieren menos compensación ROV para alguna rotación angular de cabeza dada, que los hipermetropes debido a la minimización vs magnificación.
 - La magnificación cambia cuando dichas personas se quitan las gafas. El ROV se readaptará en alrededor de 30 minutos para evitar que el entorno se mueva con cada movimiento de cabeza.
 4. Anisometropía/Aniseiconia: Con una Aniseiconia moderada, la ganancia del ROV se adaptará a un nivel intermedio entre ambos ojos e.d. la “sumatoria” del movimiento total de la imagen retiniana de ambos ojos será distribuida de manera equitativa entre ambos ojos.



NOTA CLÍNICA: Es probable que los sistemas actúen mientras que el paciente se adapta a una Rx nueva que induce Aniseiconia: Estos dos sistemas son el de ROV de adaptación y el ROV de recalibración de las claves viso-perceptuales. Los cambios en la magnificación rotacional no se dan con los lentes de contacto, porque éstos se rotan con el movimiento del ojo.

SISTEMA OPTOKINÉTICO

SISTEMA OPTOKINÉTICO

- El Nistagmus optokinético (NOK) es el movimiento ocular controlado por el sistema optokinético.
- El sistema optokinético produce movimientos oculares (NOK) que compensan los movimientos de cabeza auto-sostenidos prolongados (especialmente de baja frecuencia como 0.1 HZ)
- Complementado por el sistema de seguimiento
- El NOK se encarga del ROV durante movimientos sostenidos, porque el sistema vestibular no puede controlar movimientos largos.
 - A medida que el sistema vestibular falla→ el sistema optokinético actúa con el fin de estabilizar la imagen en la retina.
- El estímulo visual puede modificar indirectamente tanto al ROV como al NOK.

El NOK es un Nistagmus saltatorio inducido por movimientos generalizados de todo o gran parte del campo visual. Tiene:

- Una fase lenta de rastreo que intenta estabilizar la imagen retinal.
- Una sacada rápida que lleva al ojo de vuelta a la posición primaria.

Clínicamente, es posible inducir un NOK con un tambor optokinético.

ALGUNAS CONSIDERACIONES INTERESANTES

- Un movimiento grande del campo, empleando un objeto estacionario genera el mejor NOK.
- Los primeros 1 o 2 segundos de la respuesta se deben a la activación del sistema de seguimiento; luego el sistema de NOK domina el resto de la respuesta.
- La retina periférica domina la respuesta. La agudeza visual central disminuida reducirá la respuesta del NOK en un 20-30%
- ¿en qué circunstancias clínicas esta consideración sobre la retina periférica genera un impacto en el NOK?
- ¿qué síntomas experimentará el paciente en este caso?
- **La latencia es de 140mseg.** Este es un retraso largo de gran ayuda que previene el resbalón retinal desde un movimiento rápido de cabeza. Por tanto el ROV estabiliza la fijación con una respuesta rápida y luego el NOK se hace cargo a medida que continúa el movimiento.
- La ganancia vertical y horizontal es similar, excepto, en que la ganancia vertical es más rápida y mayormente influenciada por el aumento y disminución en la velocidad del objeto en términos de desempeño → ¿qué significa esto para su examen con el tambor OK?
- La ganancia vertical superior es mayor que la inferior.
- El NOK torsional es lento e irregular.
- El NOK escotópico es ligeramente menor que la ganancia del NOK fotópico.
- Un NOK de campo completo con un tambor rodeando al paciente produce una sensación de auto-rotación en la dirección opuesta → imagínese manejando en un túnel que rota.



Los recién nacidos tienen un NOK asimétrico, nasal vs temporal, a los 2-3 meses de edad. Se asume que esto está relacionado con la maduración de las vías neurales y el desarrollo de las vías de la Visión binocular. A los 6-9 meses, las dos direcciones deben ser simétricas, o el paciente estará en riesgo de sufrir estrabismo o ambliopía.



VIA OPTOKINÉTICA:

Retina → corteza visual → núcleo terminal dorsal del tracto óptico → núcleo del tracto óptico → oliva bulbar inferior → cerebelo → núcleo vestibular → núcleo oculomotor

ALGUNAS CONSIDERACIONES INTERESANTES DEL NOK	<p>Entonces, tenemos dos sistemas, pero, ¿cómo interactúan entre si y por qué es esto importante? He aquí un caso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usted está en una clínica esperando a que su paciente llegue y decide girar sobre la silla giratoria de su consultorio. • Usted comienza a girar lentamente sobre su silla. • Sus canales laberínticos se estimulan con el “ movimiento de aceleración” efectuado por su cabeza al girar: • El sistema vestibular ROV aparece para estabilizar su mirada con el fin de que usted no se caiga ni vomite a causa del mareo y la percepción de diplopia→ Esto es importante porque si las imágenes retinianas no están estables, comienzan a deslizarse de un lado a otro lo que puede causar borrosidad o diplopia→ Mínimo esto lo haría sentir mareado y con náuseas. • El ROV es una respuesta de fase/rápida diseñada para no durar tanto, así que disminuye hasta que finalmente se detiene, pero, usted se está divirtiendo tanto que decide girar más tiempo. • Ahora es el sistema optokinético (NOK) el que opera como el estabilizador primario de mirada hasta usted se detiene. • Esta cooperación entre el ROV y el NOK permite que se mantengan las imágenes retinianas claras y estables durante los movimientos de cabeza de cualquier duración. • Sin estos dos sistemas trabajando, podríamos tener oscilopsia y visión borrosa en la mayoría de los movimientos que hacemos!!
¿QUÉ SUCEDE CUANDO SU CABEZA SE DETIENE?	<ul style="list-style-type: none"> • Su recepcionista entra al consultorio y le dice su paciente ya llegó (y se pregunta qué hace usted dando vueltas en esa silla!!) • Usted deja de moverse. • El sistema vestibular se estimula nuevamente (pues este se estimula con cualquier movimiento rápido de cabeza) • Si el ROV se mantuviera activo, entonces usted experimentaría de Nuevo un movimiento en la dirección opuesta a la que se movía→ ¿por qué es malo que el ROV siga activo en esta situación? • PERO, el sistema optokinético continua activo por unos segundos después de que el movimiento termina, produce un Nistagmus post-rotacional, llamado ODN (optokinético después del Nistagmus). El ODN se da en la misma dirección que la respuesta del NOK con el fin de cancelar el Nistagmus vestibular post-rotatorio; esto minimiza el vértigo porque las fuerzas vestibulares y el NOK se detienen. • El ODN no suprime completamente el Nistagmus post-rotatorio INMEDIATAMENTE. <ul style="list-style-type: none"> - Demora un poco para suprimirlo. - Todas las personas tienen diferentes niveles para detener el Nistagmus post-rotatorio. - Mientras más se demore en detener el ROV mayor probabilidad de encontrar un Nistagmus inducido. Esto generará un mareo mayor. Nota: Es posible detener el ROV de manera voluntaria. • El ODN resulta de una velocidad almacenada, se piensa que el fenómeno se debe a un circuito integrador neural central indirecto que se activa con el movimiento de cabeza y que almacena esta velocidad gradualmente. Cuando el movimiento cesa, el circuito actúa.

¿Por qué es importante entender estos sistemas?



Es importante porque como futuros clínicos ustedes pueden encontrarse con pacientes con alteraciones de estos sistemas, lo que les puede causar a ellos tremendo sufrimiento. Si el ROV falla debido a una enfermedad, la visión durante el movimiento se verá alterada. El ROV actúa como un sistema que balanza al caminar; si no funciona, no se verá con claridad a la gente a medida que se camina, a no ser que se DETENGA a observarla, de otra forma se verán doble o borroso. Imagine intentar manejar, trotar, caminar, subir escaleras, etc. sin estos sistemas funcionando adecuadamente. Esto haría el diario vivir todo un reto. Usted no podría realizar ese tipo de actividades que todos los demás damos por hechas.

RESUMEN

Durante un movimiento de cabeza:

- ROV (sistema vestibular) inicia con el fin de estabilizar una imagen en la retina y compensar los breves movimientos de cabeza.
- A medida que el movimiento continua, el sistema vestibular limita su acción y el sistema optokinético se hace cargo de estabilizar la mirada (con ayuda del sistema de seguimiento), Esto resulta en un NOK (Nistagmus optokinético)
- La cooperación entre ambos sistemas permite que la vision se mantenga clara y estable durante los movimientos de cabeza.

Al detenerse el movimiento de cabeza (y el líquido auditivo en las orejas deja de moverse):

- El sistema vestibular vuelve a aparecer (porque se presenta un cambio súbito en el movimiento) y estimula un Nistagmus post-rotacional (fase rápida en dirección opuesta al movimiento de cabeza).
- El sistema optokinético se mantiene funcionando por unos segundos después de que el movimiento de cabeza se ha detenido. El sistema optokinético continúa funcionando por algunos segundos luego del que el movimiento ha cesado y genera un ODN para contrarrestar los efectos del Nistagmus del sistema vestibular.
- Esto evita que la persona sienta vértigo.

En realidad, ambos sistemas trabajan juntos formando un sistema cooperativo. Sin embargo, para nuestros propósitos, podemos considerarlos como dos entidades separadas.

FUNCIÓN VESTIBULAR ANORMAL Y FUNCIÓN OPTOKINÉTICA

A. FUNCIÓN VESTIBULAR ANORMAL

AMBLIOPIÁ

Existen respuestas vestibulares asimétricas y reducidas en los ojos ambliopes. Usted puede evaluar esto utilizando el test del reflejo calórico, que evalúa el ROV e involucra la irrigación de agua tibia o fría en el canal auditivo externo. Se ha encontrado que en las personas con estrabismo y ambliopía, el Nistagmus calórico tiene una amplitud y frecuencia mucho más variable que en personas con visión binocular normal.

Algunos pacientes con endotropia congénita tienen ROV reducido durante el examen clínico. Esto significa que muchos pacientes con ambliopía tienen problemas de balance vestibular en la oscuridad.

Finalmente, en pacientes con estrabismo, existe una adaptación asimétrica del ROV entre ambos lados. La ganancia del ROV aumenta de manera más frecuente luego de la adaptación a un movimiento del campo nasal que al de un movimiento del campo temporal.

¿Por qué esto es clínicamente importante?



Es importante pues constituye otra herramienta que le ayudará a determinar si aquel niño en su silla de examen va a desarrollar o no ambliopía. Esto le ayudará a dar una respuesta más informativa a estos padres que se preocupan por un posible estrabismo. También le ayudará a dar un diagnóstico apropiado y tratamiento a pacientes con accidentes cerebrovasculares que presentan mareo a causa de su imbalance muscular.

A. FUNCIÓN VESTIBULAR ANORMAL

ENFERMEDAD VESTIBULAR

Una enfermedad periférica aguda, unilateral puede causar un imbalance en el tono vestibular (es decir, en la línea base de inervación tónica) entre el núcleo derecho/izquierdo.

Esto dará origen a un Nistagmus espontáneo, con una fase lenta dirigida hacia el lado de la lesión. También aumenta en la oscuridad a comparación de la luz. → ¿Por qué es esto clínicamente importante?

Una enfermedad bilateral, aguda y periférica de las estructuras laberínticas puede causar serios problemas para el paciente, especialmente oscilopsia y disminución de la visión, que se da debido a la incapacidad del ROV para compensar. → ¿por qué causa esto oscilopsia y visión borrosa?

Alteraciones vestibulares centrales también pueden generar un número de problemas, como Nistagmus espontáneo. Los pacientes pueden quejarse también de una “inclinación” de su mundo.

B. FUNCIÓN OPTOKINÉTICA ANORMAL

AMBLIOPIA

- Generalmente tiene:
 - NOK reducido
 - NOK asimétrico

NISTAGMUS

- Reducción en el NOK en el Nistagmus congénito.

ENFERMEDAD NEUROLÓGICA

- **Recién nacidos:** Una respuesta asimétrica es normal.
- **Lesiones en las vías visuales anteriores y corticales** mostrará todo un conjunto de respuestas tipo NOK y asimetrías
- **Alteraciones laberínticas unilaterales y bilaterales** esto mostrará un aumento en la velocidad de la fase lenta al lado de la lesión y una reducción bi-direccional del ODN en un caso unilateral. Esto permitirá que se dé un NOK normal pero habrá ausencia de ODN en un caso bilateral.

BIBLIOGRAFIA

Benjamin, W. Borish's **Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006.

Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician**. Mosby, St. Louis, 1995.

Hart W. **Adler's Physiology of the Eye, 9th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.

Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000.

Regan D. **Binocular Vision (Vol 9 in Vision and Visual Dysfunction, 1991)**.

Reading RW. **Binocular Vision**. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.

Schwartz S. **Visual Perception - 2nd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999.

Griffin JF. **Binocular Anomalies - Diagnosis and Vision Therapy, 3rd Edition**, Butterworth-Heinemann, 1995.

Kaufmann, PL. **Adler's Physiology of the Eye, 10th Ed**. Mosby, St. Louis, 2003.

Moses, RA. **Adler's Physiology of the Eye, 8th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1987.

Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior**, Appleton & Lange, 1995.