
Electrooculograma de movimiento: técnica y metodología - (PRIMERA PARTE)

Electrooculogram of the movement:
I - Methods and registrations

Horacio García
Nora Oliveri
Nélida Melek
Alberto Ciancia

RESUMEN

El Electrooculograma (EOG) destinado a obtener información acerca de los movimientos oculares es sin duda un método de relevancia para el estrabólogo.

Los datos presentados en éste trabajo (primera parte) fueron obtenidos sobre 200 trazados, que permitieron considerar los elementos fundamentales, normales y patológicos que deben necesariamente tenerse en cuenta para realizar un EOG con la mayor eficiencia.

Nuestra intención es describir una metodología precisa, reglada, que está basada en la colocación de los electrodos y un orden sensorial programado para los movimientos horizontales: 40-40 grados, 40-0-40 grados, 20-20 grados, 20-0-20 grados para los movimientos sacádicos y 40-40 grados y 20-20 grados para los movimientos de seguimiento. Se describen los hallazgos normales que se observan con ambos ojos destapados y con uno u otro ojo tapado. Las consideraciones de los casos patológicos se hacen en la segunda parte del trabajo.

Palabras-chave: EOG; movimientos oculares; estrabismo.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los movimientos oculares por medio de los métodos oculográficos ha sido y continúa siendo uno de los procedimientos mas accesibles, no invasivos y prácticos para tener un conocimiento objetivo de las características de los movimientos normales y de las alteraciones ó insuficiencias del sistema oculomotor^(2,5,8).

Nuestra intención en este trabajo es presentar un protocolo evaluativo, con consignas esencialmente prácticas basadas en el registro de ambos tipos de movimiento y que pueda ser de valiosa utilidad para el estrabólogo clínico, y mostrar las características

de los movimientos sacádicos y de seguimiento en pacientes sin alteraciones de la motilidad ocular.

PACIENTES

Se efectuó el registro en doscientos pacientes normales, sin historia previa de estrabismo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En todos los casos se utilizó un nistagmógrafo Berger N50, de dos canales, modificado, con inscripción sobre papel provisto de sendos preamplificadores de corriente continua, uno para ojo derecho y otro para ojo izquierdo.

Fundación Oftalmología Pediátrica
Endereço para correspondência:
Callao, 1395
1023, Buenos Aires
ARGENTINA

El paciente estaba convenientemente sentado, con la cabeza apoyada sobre una mentonera. Llevaba colocados 5 electrodos Beckman (de placa clorurada adheridos con pasta electrolítica por medio de ojalillos) uno en cada canto externo e interno y el indiferente a tierra en la frente.

METODOLOGÍA DEL REGISTRO

El procedimiento está basado en el registro de:

1) Los movimientos sacádicos con ambos ojos destapados.

Estos movimientos se estudiaron en un entorno de 20 grados a la derecha (D) y de 20 grados a la izquierda (I), y en uno de 40 grados a la D y 40 grados a la I, en ambos casos en relación con la línea media [0]. También se registró con uno u otro ojo tapado. En este caso se estudió el entorno entre 20 grados a la D y 20 grados a la I.

2) Los movimientos de persecución se estudiaron en las mismas condiciones anteriores de 40-40 y 20-20 grados a la D e I respectivamente; con ambos ojos, ó con uno u otro ojo tapado. Un sistema de luces especialmente montado sobre un estativo fue utilizado para cumplir en forma reglada todos los movimientos.

El paciente fue colocado a 40 cm del plano de luces, cinco fijas a 20 y 40 grados a D y 20 y 40 grados a I de la línea media, una luz central a 0 grados, y una franja transparente por la que se desplazaba una luz móvil a una velocidad de 3 o 5 mm. por segundo.

SISTEMÁTICA

Con el fin de abreviar el tiempo de examen, se sistematizó el estudio en tres etapas:

a) Registro binocular:

1) Registro de sacádicos de 40 grados a la D a 40 grados a la I; lo que permite el análisis de grandes desplazamientos del sistema.

2) El registro del entorno anterior pero deteniéndose en la posición primaria: 40 - 0 - 40 grados de D a I y de I a D.

3) Estudio de los movimientos de persecución de 40 a 40 grados.
b) Registro monocular: se coloca una tela adhesiva de 10 cm de ancho

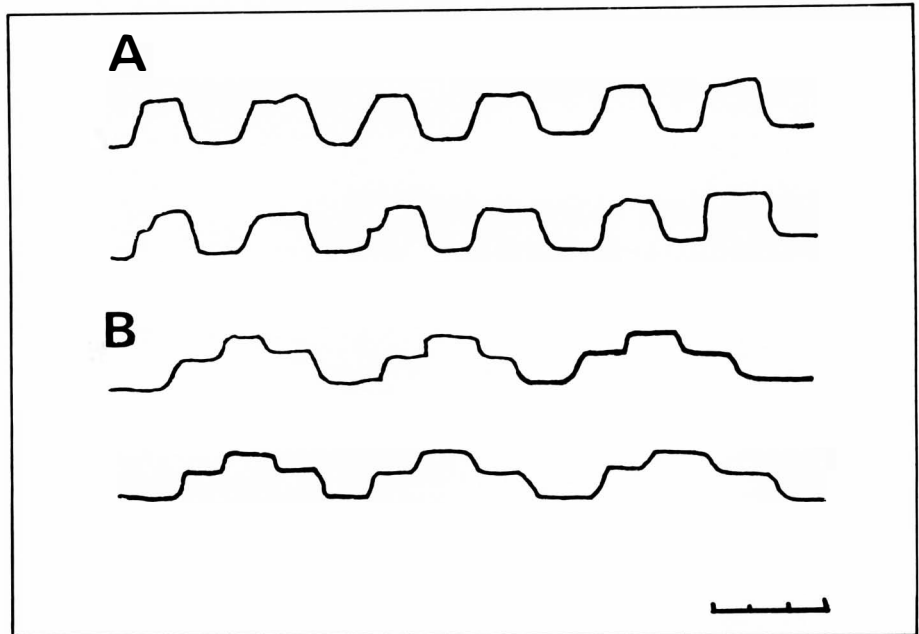


Figura 1: 1A) Movimiento sacádico de OD de 40 grados de aducción a 40 grados de abducción. 1B) de 40 grados de aducción a 0 grados y de 0 a 40 grados de abducción.

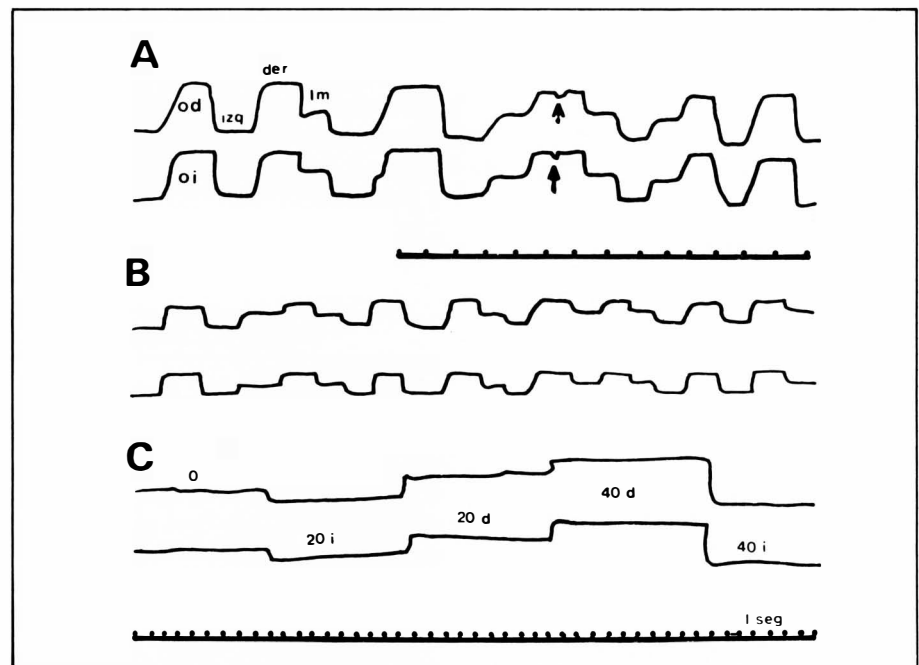


Figura 2: EOG de un adulto normal (ambos ojos destapados).

adherida suavemente al puente de la nariz en un extremo y a la zona temporal ó la barra lateral de la mentonera en el otro extremo.

El resto de la banda no deberá estar adherida al ojo, permitiendo un espacio libre de aproximadamente 2 cm lo que tiene por objeto permitir el libre movimiento del párpado y del ojo tapado y no alterar el potencial corneo-retiniano.

Bajo estas condiciones se registraron:

- 1) Los movimientos sacádicos en el entorno de 20 grados a la D a 20 grados a la I
- 2) 20-0-20 grados y
- 3) Los movimientos de persecución en el entorno de 20-20 grados de D a I y de I a D. En todos los casos se procedió a estudiar con la misma metodología el ojo congénere.

En nuestro laboratorio se ocluye el ojo derecho primero y luego el izquierdo.

Una consideración importante es la velocidad del papel durante el registro; para el movimiento de sacudida se deberá trabajar por lo menos con un movimiento de 25 mm por seg, mientras que para los movimientos de persecución se podrán utilizar velocidades de 5 o 10 mm/seg.

Es recomendable en todos los casos repetir los registros por lo menos tres veces, en cada una de las tomas expresadas con el objeto de verificar la forma general del desplazamiento y tener la posibilidad de promediar los mismos.

RESULTADOS

Registro normal

Movimientos sacádicos: El registro de un movimiento sacádico normal tiene la forma de una S itálica. Partiendo de una posición estable (40 grados de aducción pro ejemplo), si el ojo se desplaza a 40 grados de abducción, deberá partir de una condición de velocidad nula (V01), pasará por una condición de velocidad máxima (Vm) y finalmente al llegar a su objetivo

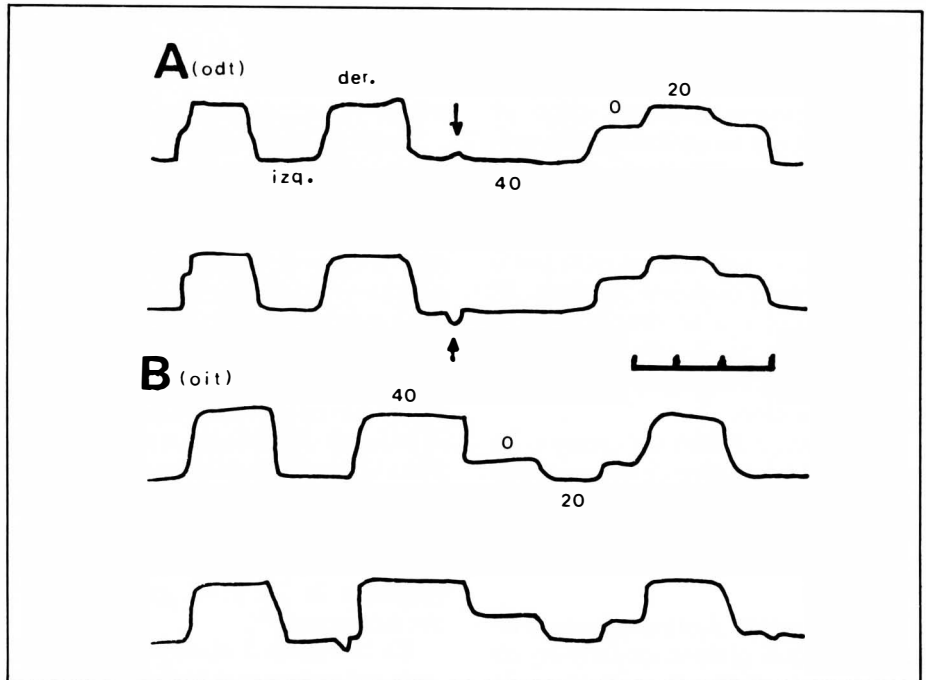


Figura 3: EOG de oclusión de un adulto normal. A) OD tapado y B) OI tapado.

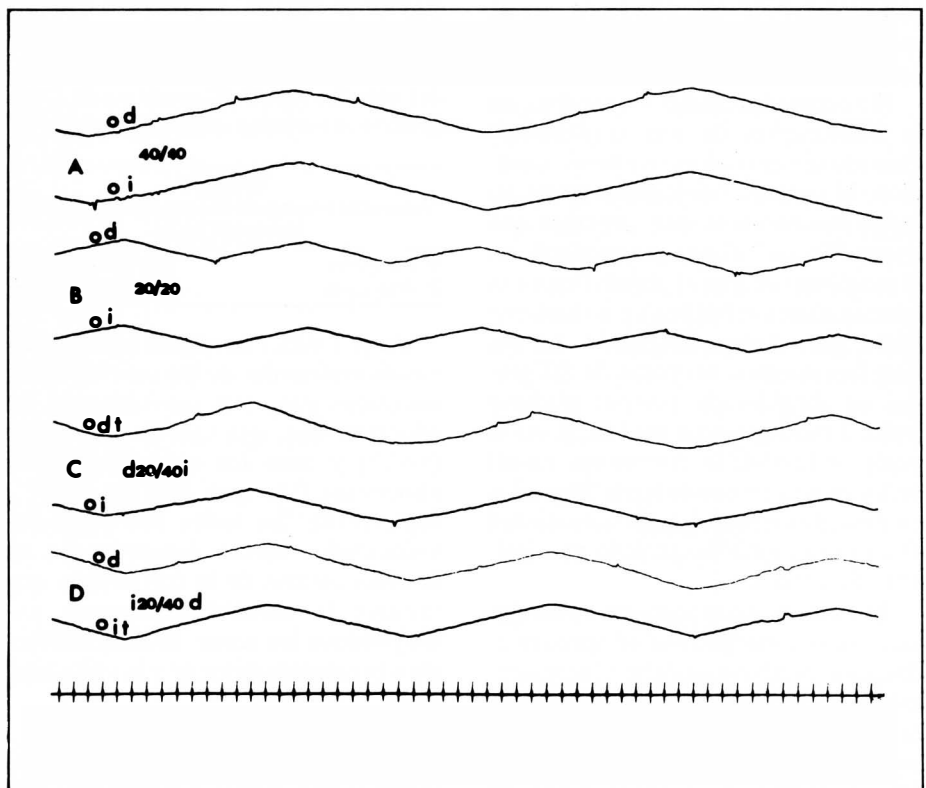


Figura 4: EOG de persecución de un adulto normal. A) Ojos abiertos, C) OD tapado y D) OI tapado.

volverá a una condición estable de velocidad nula (V02).

En condiciones normales la Vm se alcanza aproximadamente entre el 30% al 50% del recorrido de un movimiento sacádico.⁽³⁾ Es decir que si por ejemplo, el ojo se desplaza de 40 grados de aducción a 40 grados de abducción, la Vm ocurrirá en el paso por 0 grados es decir posición primaria. Si en cambio el ojo se desplaza de 0 grados a 40 grados de aducción, la Vm ocurrirá aproximadamente a 20 grados de aducción.

La Figura 1 ilustra un ejemplo de movimiento sacádico de 40 grados de aducción a 40 grados de abducción Figura 1 A y de 40 grados de aducción a 0 y de 0 a 40 grados de abducción Figura 1 B.

Es interesante destacar algunas diferencias que pueden ocurrir en un trazado normal. Es obvio que cuando se inicia un movimiento sacádico, aún cuando exista un cambio entre la velocidad inicial y la velocidad máxima, el movimiento es, en todo caso, continuo⁽⁶⁾.

No ocurre lo mismo, en cambio, en la finalización de una trayectoria. Cuando termina el movimiento sacádico, el sistema oculomotor pone en juego mecanismos muy precisos que hacen "frenar" al ojo exactamente en el momento en que el objeto llega a la fovea (situación óptima), o un instante antes, pero nunca después⁽⁷⁾. En los desplazamientos mayores de 30 grados es considerado normal efectuar hasta 2 movimientos sacádicos en la posición final de la trayectoria, no así en los movimientos de hasta 20 grados en donde es condición de normalidad el cumplimiento de un solo movimiento de sacudida.

El tiempo que transcurre entre dos sacádicos consecutivos es aproximadamente estable y se debe a la presencia de un mecanismo de retroalimentación (feed-back) que debe cumplirse con un control de error sistemático, lo que ocurre en un tiempo fijo de aproximadamente 150 msec⁽⁴⁾.

En la Figura 2 se observa el trazado correspondiente a un EOG de un adulto normal siguiendo la secuencia estandar ya expresada mas arriba.

Registro superior: OD. Registro inferior: OI. En el segundo movimiento Im indica la posición de la línea media [0 grados]. La flecha en el cuarto sacádico indica un movimiento espontáneo no programado (escape). Obsérvese que las amplitudes son de igual magnitud en ambos ojos y que la deflexión hacia la línea media es del 50% de la amplitud total. B: igual que A pero las deflexiones son de 20 grados a la D y de 20 grados a la I. C: EOG de fijación. Obsérvese el paralelismo del trazado, en posición primaria (0), 20 grados a la I, 20 grados a la D, 40 grados a la D, y 40 grados a la I sucesivamente⁽¹⁾.

En la Figura 3 observamos un trazado del mismo sujeto que en la Figura 2 realizando un EOG de oclusión. En A: ojo derecho tapado y en B: ojo izquierdo tapado. Obsérvese que las deflexiones son comparables, a pesar de la oclusión, en todas las posiciones del ojo. En A, en 40 grados a la I, las flechas invertidas indican pestañeo⁽¹⁾.

TABLA 1
Velocidad normal de los sacádicos para los movimientos de

A) Aducción	480°/SEG. (+/-15)
B) Abducción	450°/SEG. (+/-18)

En la Tabla 1 se observan las velocidades normales de los movimientos sacádicos para los movimientos de aducción (A), que son de 480° /seg. (+/-15) y para los movimientos de abducción (B) que son de 450° /seg. (+/-18). En todos los casos las velocidades fueron determinadas en la zona central de la trayectoria que incluye la velocidad máxima, excluyéndose las zonas correspondientes a la velocidad inicial y la velocidad final.

Movimientos de persecución: los movimientos de persecución determinados en sujetos normales, muestran

en general una trayectoria de tipo sinusoidal. En los casos tipo se observa una linealidad durante la mayor parte de la trayectoria desprovista de picos, oscilaciones o irregularidades.

Sólo al comienzo o al final de la sinusoide, antes de que exista un cambio de pendiente, se puede observar el extremo redondeado, cuya suavidad o agudeza determina la diferente velocidad con que el sistema oculomotor se acomoda a la nueva trayectoria. Los elementos mas conspicuos que deben ser analizados en estas condiciones son: 1) la forma general, 2) la linealidad, 3) el paralelismo, 4) la amplitud⁽⁴⁾.

En la Figura 4 se observa el EOG de persecución de un adulto normal, utilizando una luz móvil a 5,5 mm por seg.

En A: con ambos ojos abiertos. Los ángulos superiores indican 80 grados de I a la D y los inferiores 80 grados de D a la I. D: ojo izquierdo tapado.

El ángulo superior indica 40 grados a la D, el inferior 20 grados a la I. La linealidad entre los ángulos extremos indica un movimiento de velocidad uniforme. El paralelismo entre ojo derecho e izquierdo muestra la concordancia entre los movimientos de ambos ojos⁽¹⁾.

ABSTRACT

Electro-oculography (EOG) applied to obtain information regarding ocular movements is undoubtedly a very useful method for the strabologist.

Data presented in this work (first part) were obtained by means of 200 tracings which allowed a detailed study of the major components, both normal and pathological, considered essential to perform EOG with the greatest efficiency.

Our aim is to describe an accurate and systematic methodology, based on electrode placement and programmed sensorial order, employing 40-40

degrees, 40-0-40 degrees and 20-20 degrees for horizontal movements and 40-40 degrees and 20-20 degrees for pursuit movements. Normal findings observed with both eyes uncovered and with one eye occluded are described. Pathological cases are left for the second part of this work.

Key words: E.O.G., ocular movements, strabismus.

BIBLIOGRAFIA

1. CIANCIA, A.O.; MELEK, N.; GARCIA, H.: Los Movimientos de sacudida, Fijación y Persecución en los Estrabismos No Paralíticos.
2. DELPLACE, M.P.; SANDER, M.S.: Semiologie de L'Electro-Oculo-Motilogramme. *Bull Soc Opt France* 86 (12): 1463-6, 1986.
3. LEIGH, R.J.; ZEE, D.S.: The Neurology of the Eye Movements. Chap.3 *The Saccadic System*. pag.41. Davis FA, 1983.
4. MELEK, N.; GARCIA, H.; CIANCIA, A.: La electrooculografia (EOG) de seguimiento ó de persecución en las esotropias con limitación bilateral de abducción (LBA). *Arch de Ophthalmol de Bs As*. 54: 271-8, 1979.
5. METZ, H.: Saccadic velocity measurements in strabismus. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 81: 630-92, 1983.
6. RAAB, E.L.: Normal Saccadic velocities. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 19: 129-136, 1982.
7. ROBINSON, D.A.: The mechanics of human saccadic eye movements. *J Physiol Londcn*. 174: 245, 1964.
8. SOLE, P.; RIGAL, D.; BACIN, F.: Electrophysiology oculaire. *Arch Ophthalmol (Paris)* 35 (8-9): 693-706, 1973.



Responsáveis: Miguel Toro e Antonio Paulo Moreira

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS PARA O BRASIL DAS EMPRESAS:

- **MARCO EQUIPMENT, INC. - USA**
Lâmpadas de Fenda - Microscópios Cirúrgicos
Yag Laser - Refractor - Projector Automático
Ceratômetro - Lensômetro e Auto Perímetro.
- **SONOMED, INC. - USA**
A-Scan 1.500 e 2.500 (com tela) - B-Scan e
A/B-Scanner
- **KONAN CAMERA RESEARCH - JAPAN**
Microscópio Specular
Microscópios cirúrgicos e
Microscópio portátil

DISTRIBUIÇÃO - FABRICANTES NACIONAIS:

- **OPTOLENTES** - completa linha de lentes
de contato
- **XENÔNIO** - equipamentos oftálmicos
- **SION** - lensômetro e pupilômetro
- **ROCA** - completa linha de instrumentos
- **NEWTON** - equipamentos oftálmicos

Solicite atendimento ou informações a:

São Paulo: T&M - tels.: (011) 228.5448 / 212.6812 - Fax.: (011) 229.6437
Disk Lentes tels.: (011) 212.6622 / 212.6812

Rib. Preto: Disk Lentes tels.: (016) 635.2943 - Fax.: (016) 636.4282