

LIBRO PARA LA FORMACIÓN DE LOS RESIDENTES EN OFTALMOLOGÍA

MOTILIDAD OCULAR - ESTRABISMO

1

Anatomía y fisiología de los músculos extraoculares

Beatriz Ventas Ayala¹, J. M. Rodríguez del Valle²

Unidad de Motilidad Ocular

¹ Médico Residente del Hospital Universitario Ramón y Cajal.

² Médico Adjunto del Hospital Universitario Ramón y Cajal.



SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE OFTALMOLOGÍA

ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE LOS MÚSCULOS EXTRAOCULARES

El globo ocular se encuentra suspendido en la órbita por los músculos extraoculares, el tejido conjuntivo-ligamentoso y la grasa orbitaria. Sin contar el músculo elevador del párpado, encontramos cuatro músculos rectos y dos músculos oblicuos. Las características principales de cada uno de ellos aparecen descritas en la tabla 1.

La **cápsula de Tenon** engloba los músculos extraoculares, existiendo entre ellos diferentes conexiones fasciales (a excepción del recto medio especialmente difícil de localizar si se desliza). Destaca el **ligamento de Lockwood** entre el recto inferior y el oblicuo inferior. Además, los músculos rectos atraviesan condensaciones de tejido conectivo al perforar la Tenon detrás del ecuador que actúan como poleas y modulan la acción muscular.

Tabla 1. Características de los músculos extraoculares

	Longitud músculo (mm)	Longitud tendón (mm)	Distancia de inserción al limbo (mm)*	Acción en posición primaria**	Origen	Inervación	Irrigación
Recto medio	40	4,5	5,5	Aducción	Anillo de Zinn	División inferior III PC	Ramas musculares de la arteria oftálmica Arterias ciliares anteriores Circulación del segmento anterior
Recto lateral	40	7	6,9	Abducción		VI PC	
Recto superior	40	6	7,7	1. <i>Elevación</i> 2. Aducción 3. Intorsión		División superior III PC	
Recto inferior	40	7	6,5	1. <i>Depresión</i> 2. Aducción 3. Extorsión		División inferior III PC	
Oblicuo superior	32	26	Cuadrante supero-temporal posterior al ecuador	1. <i>Intorsión</i> 2. Depresión 3. Abducción	Ápex orbitario, encima del anillo de Zinn	IV PC	Ramas musculares de la arteria oftálmica
Oblicuo inferior	37	1	Cuadrante infero-temporal posterior al ecuador	1. <i>Extorsión</i> 2. Elevación 3. Abducción	Detrás de la fosa lagrimal	División inferior III PC	

* Las inserciones de los músculos rectos forman la espiral de Tillaux alrededor del limbo corneal (fig. 1).

** Acción primaria o principal (*en cursiva*) y acciones secundarias o accesorias.

Fisiología motora

La contracción de los músculos extraoculares produce la rotación del globo ocular respecto a los **ejes de Fick**. De este modo, existe rotación horizontal respecto al eje vertical (eje Z), rotación vertical respecto al eje horizontal (eje X) y rotación torsional respecto

1. Anatomía y fisiología de los músculos extraoculares

Beatriz Ventas Ayala, J. M. Rodríguez del Valle

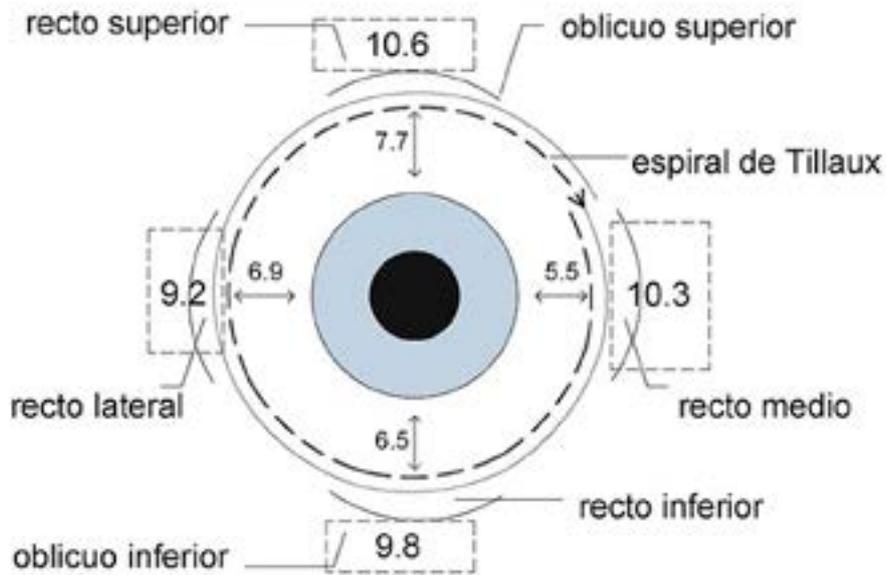


Figura 1: Espiral de Tillaux.

al eje Y que coincide con el eje visual. Todas las posiciones de las mirada se producen en el **plano vertical de Listing** que incluye los ejes Z e X así como los ejes oblicuos que atraviesan el centro del ojo (**Ley de Listing**), existiendo para cada una de ellas una orientación determinada de la cornea y la retina (**Ley de Donders**) (fig. 2).

Decimos que el ojo se encuentra en **posición primaria** cuando el eje visual es paralelo al plano sagital y forma un ángulo de 23° con las paredes orbitarias. El movimiento principal del globo ocular originado por la contracción de un músculo extraocular partiendo de posición primaria se denomina **acción muscular primaria** (tabla 1). Los rectos verticales y los oblicuos tienen, además, acciones secundarias y terciarias. Dichas accio-

RS	OI	RS+OI	RS+OI	OI	RS
RL	RM			RM	RL
RI	OS	RI+OS	RI+OS	OS	RI

posición primaria
 posición cardinal
 posición en la línea media

Figura 2: Visión estereoscópica.

1. Anatomía y fisiología de los músculos extraoculares

Beatriz Ventas Ayala, J. M. Rodríguez del Valle

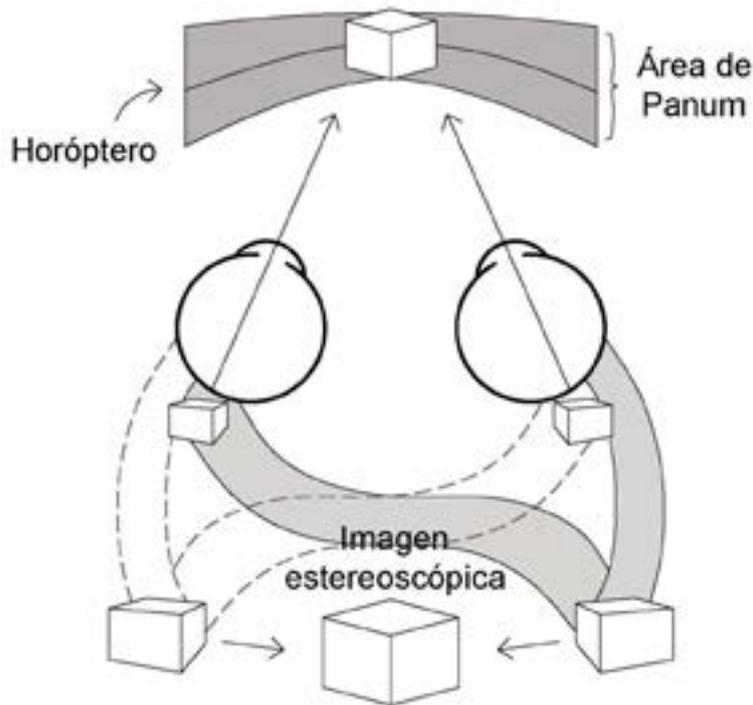


Figura 3: Posiciones cardinales y diagnósticas de la mirada. OI: oblicuo inferior; OS: oblicuo superior, RI: recto inferior, RS: recto superior, RL: recto lateral; RM: recto medio.

nes pueden pasar a ser principales si el movimiento se realiza partiendo de una posición distinta a la primaria.

Sin embargo, los movimientos del ojo vienen determinados por la contracción y relajación de varios músculos simultáneamente. Existen ciertas posiciones en las que la contracción de un músculo predomina sobre las demás. Dichas posiciones se denominan **campos de acción** o de mirada y coinciden con las **posiciones cardinales de exploración** de cada uno de los músculos extraoculares (fig. 3.).

Podemos clasificar los movimientos de los músculos extraoculares en:

a) *Ducciones*: movimientos **monoculares** de aducción, abducción, elevación, depresión, intorsión y extorsión que se producen al contraerse un músculo **agonista** y relajarse su respectivo **antagonista (Ley de Sherrington)**. En las ducciones los músculos **sinérgicos** pueden colaborar al mover el ojo en la misma dirección.

b) *Versiones*: movimientos **binoculares** en la **misma dirección o conjugados**; se producen al contraerse ambos músculos sinérgicos contralaterales (**músculos yunta**) que reciben la misma inervación (**Ley de Hering**). Estos movimientos conducen al ojo a una serie de posiciones que, junto con la posición primaria, conforman las llamadas **posiciones diagnósticas**: por un lado las posiciones secundarias (dextroversión, levoversión, superversión e infraversión) y por otro las posiciones terciarias (dextroelevación, dextrodepresión, levelevación y levodepresión) (fig. 3).

c) *Vergencias*: movimientos **binoculares** en **dirección opuesta, no conjugados o disyuntivos**; incluyen la convergencia (movimiento de los dos ojos hacia nasal) y la divergencia (movimiento de los dos ojos hacia temporal), vergencia vertical y ciclo-diver-

gencias. La convergencia puede ser voluntaria o refleja (tónica, proximal, fusional y acomodativa).

Los movimientos también se pueden clasificar en función del tipo de control supranuclear que reciben en:

a) **Movimientos sacádicos:** rápidos, sirven para alinear rápidamente la fóvea con un objeto.

b) **Movimientos de seguimiento lento:** sirven para mantener la fijación sobre un objeto ya localizado.

FISIOLOGÍA SENSORIAL

Fisiología sensorial normal

La visión normal se basa en la llamada **fusión binocular (sensorial y motora)** y la **estereopsis** o **visión tridimensional**.

La **fusión sensorial** se refiere a la integración de las imágenes procedentes de cada ojo, siendo ambas percibidas como una sola. Tiene lugar en el córtex estriado, allí las neuronas binoculares corticales reciben y procesan la información bien de ambas fóveas, bien de las fibras nerviosas procedentes de la retina temporal ipsilateral y la retina nasal contralateral. De este modo, los llamados **puntos retinianos correspondientes** son aquellos que proyectan sobre las mismas neuronas binoculares y que, en condiciones normales, comparten la misma dirección visual y reciben imágenes muy similares.

La línea imaginaria formada por aquellos puntos en el espacio que estimulan áreas retinianas correspondientes cuando el sujeto se fija en un objeto determinado se denomina **horóptero**. Dichos puntos son percibidos en el mismo plano. Sin embargo, la mayoría de los objetos sólidos caen, en parte, fuera de esta línea imaginaria y estimulan áreas retinianas no correspondientes. El área de **Panum** incluye el espacio situado delante y detrás del horóptero en el que los objetos generan imágenes retinianas ligeramente dispares que el cerebro aún es capaz de fusionar en una única imagen binocular (fig. 2).

De este modo se produce la **visión tridimensional o estereoscópica** a partir de dos imágenes levemente diferentes de un mismo objeto. Ésta última no debe confundirse con la visión en profundidad que puede ocurrir exclusivamente con visión monocular (pistas monoculares: sombras, movimiento de objetos).

Cuando el sujeto se fija en un punto, las imágenes de los objetos situados fuera del área de Panum correspondiente no pueden ser fusionadas y originan la llamada diplopia fisiológica (normalmente suprimida o ignorada).

Para que todo este proceso tenga lugar, los ojos deben de estar correctamente alineados en todo momento (evitando incluso pequeñas forias) y ser capaces de fijarse en un objeto que se mueve en el espacio, lo que se consigue gracias a la **fusión motora**. De este modo, los movimientos oculares no conjugados que permiten el alineamiento cons-

tante de ambas fóveas se denominan **vergencias** (convergencia, divergencia, vergencias verticales y ciclo-divergencias).

Fisiología sensorial patológica

La desviación de uno de los dos ojos produce que los ejes visuales dejen de estar alineados. Así, el sujeto puede presentar visión doble o **diplopia** al estimular un objeto puntos retinianos no correspondientes (diplopia homónima o no cruzada en esotropías y heterónima o cruzada en exotropías). También puede producirse, más raramente, **confusión** o visión simultánea de dos objetos diferentes superpuestos entre sí al no suprimirse la imagen de la fóvea del ojo desviado.

La plasticidad cerebral presente en niños menores de 6-8 años permite evitar estos estados anormales mediante adaptaciones sensoriales:

1. **Supresión** de las imágenes procedentes de uno de los ojos en el córtex cerebral (central o periférica; alternante o no alternante; facultativa o constante).
2. **Fijación excéntrica**: en ambliopías severas el ojo desviado fija en un punto diferente a la fóvea de manera constante (visión mono o binocular)
3. **Correspondencia retiniana anómala**: el cerebro acepta imágenes parafoveales procedentes del ojo desviado y las fusiona con las procedentes de la fóvea del otro ojo (áreas de no correspondencia). Permite cierto grado de visión binocular anormal en algunos estrabismos. A diferencia de la anterior sólo se produce durante la visión binocular (al ocluir un ojo la fijación vuelve a producirse en la fóvea del otro).
4. **Síndrome de monofijación** (fusión periférica): presente en estrabismos de pequeño ángulo (tropías <10 DP), se suprime el campo visual central del ojo desviado persistiendo la fusión periférica entre ambos ojos.