

# 3

## NEUROBIOLOGÍA DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES

Para que la visión sea posible deben intervenir varios sistemas, que dependen de circuitos neuronales que conectan múltiples áreas del cerebro involucradas en funciones visuales (Duchowski, 2017; Micheli et al., 2003). A continuación se mencionarán las principales regiones del cerebro relacionadas con los movimientos oculares.

### Campo ocular frontal o frontal eye fields (FEF)

Es un campo de la corteza frontal. Funciona como un punto de integración de otras regiones ubicadas lejos de él y que participan en la producción de movimientos oculares, como el campo ocular suplementario (SEF), el campo ocular precomplementario (pre-SEF), la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC), el campo ocular cingulado (CEF), la corteza cingulada anterior y la corteza frontal dorso-medial, en el lóbulo parietal y áreas de la corteza parietal posterior (PPC), entre otras (Ding, Powell y Jiang, 2009; Vernet, Quentin, Chanes, Mitsumasu y Valero-Cabré, 2014).

Se encarga de los movimientos conjugados o sacádicos de los ojos, en especial del lado opuesto, con el propósito de percibir y tener conciencia del campo visual. Se comunica con los músculos extraoculares indirectamente por medio de la vía de la formación reticular pontina paramediana. Esta región también se encarga de controlar los movimientos oculares voluntarios y es independiente de estímulos visuales (Gitelman, Parrish, Friston y Mesulam, 2002).

En el campo cognitivo participa en atención visoespacial, la conciencia visual y la modulación perceptual. Del mismo modo, acelera la discriminación y aumenta la detección visual (Vernet et al., 2014; Petersen y Posner, 2012).

## Área motora suplementaria (SMA)

Esta región forma parte de la corteza motora. Asociada con el área premotora, contribuye con el movimiento de los ojos. Está implicada en la preparación, iniciación, planeación, secuenciación y el monitoreo de movimientos complejos, así como en la recepción de estímulos sensitivos. Se involucra en etapas tempranas del aprendizaje que requieren guía visual. Es responsable de movimientos autoiniciados, es decir, movimientos voluntarios cuya ejecución se lleva a cabo de forma automática (Petersen y Posner, 2012) (Figura 10).

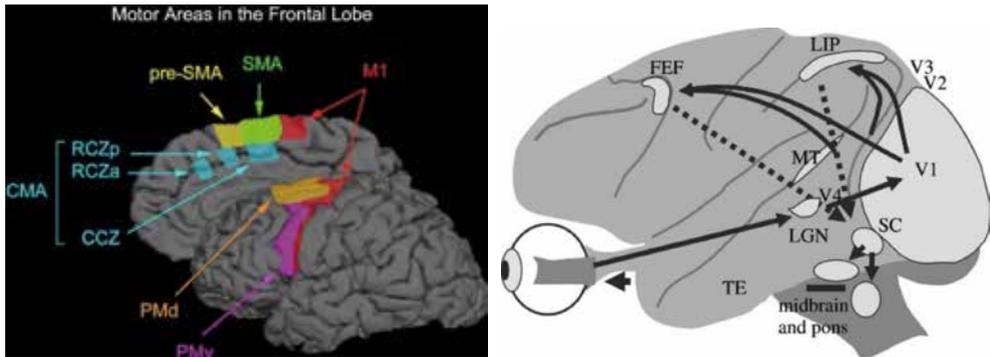


Figura 10. Área motora suplementaria y campo visual frontal. Fuente: Chouinard, P. A. y Paus, T. (2010). What have We Learned from "Perturbing" the Human Cortical Motor System with Transcranial Magnetic Stimulation? *Frontiers in Human Neuroscience*. Recuperado de <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fn-hum.2010.00173/full>; Wurts, R. H. (2015). *Brain Circuits for Visually Guided Saccades*. Recuperado de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brain\\_circuits\\_for\\_visually\\_guided\\_saccades.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brain_circuits_for_visually_guided_saccades.jpg)

## Ganglios basales

Son estructuras subcorticales que forman un circuito que tiene como función iniciar e integrar el movimiento. Tienen aferencias y eferencias con regiones del cerebro como la corteza cerebral y el tronco encefálico.

Estas estructuras son masas de sustancia gris que incluyen: a) el núcleo caudado; b) el núcleo lenticular (putamen y el globo pálido); c) la amígdala; d) el estriado; e) la sustancia negra; f) el núcleo subtalámico, y g) el tálamo (Petersen y Posner, 2012).

Debido a que reciben aferencias de regiones frontales y a que envían sus proyecciones al colículo superior, tienen un papel relevante en el control de los movimientos sacádicos, así como en la mediación de las recompensas esperadas o recibidas (Duchowski, 2017) (Figura 11).

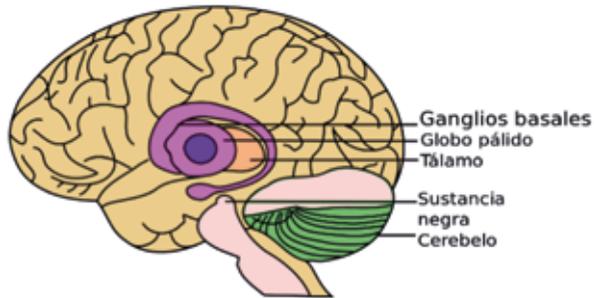


Figura 11. Ganglios basales. Fuente: Henkel, J. (2011). *Ganglios basales y estructuras cerebrales relacionadas*. Recuperado de [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Basal\\_Ganglia\\_and\\_Related\\_Structures\\_es.svg](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Basal_Ganglia_and_Related_Structures_es.svg)

### Colículo superior

Forma parte del techo del mesencéfalo. Está organizada en capas que reciben eferencias visuales de otras estructuras como el tracto óptico y la corteza visual y envían información (eferencias) hacia regiones como el pretectum y los núcleos visuales del tálamo. Una de sus más importantes funciones es la participación en la iniciación de los movimientos oculares, en la coordinación de los movimientos asociados de cuello y cabeza (Nieuwenhuys, Voogd y Van Huijzen, 2009) y en los reflejos remanentes posteriores a una lesión en la corteza visual primaria (García, León y Cárdenas, 2009).

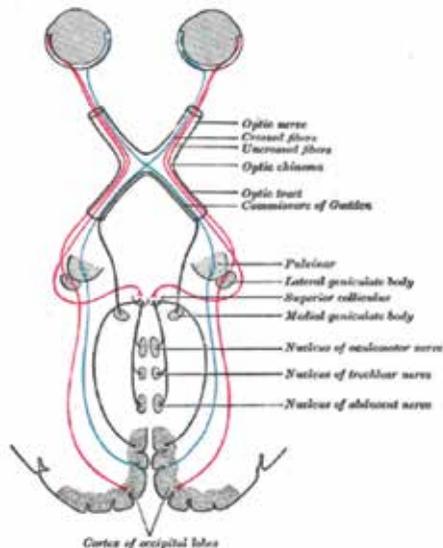


Figura 12. Colículo superior. Fuente: Gray, H. (1912). *Anatomy of the Human Body*. Recuperada de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gray722.png>

Trabaja concertadamente con el campo ocular frontal (FEF) y el área intraparietal para seleccionar el objetivo visual perseguido y se activa por medio de señales de entrada de movimientos.

En el área cognitiva, el colículo superior se relaciona con la valoración emocional de los estímulos visuales (García et al., 2009).

#### Área V1 (corteza visual primaria)

Está involucrada en la detección del rango de estímulos, sobre todo de orientación (Duchowski, 2017).

#### Áreas V2, V3, V3A y V4

Procesan información de forma, color y movimiento (Duchowski, 2017).

#### Área temporal media (V5/MT) y temporal superior media (MST)

Proporcionan grandes proyecciones al tronco encefálico, lo que hace altamente probable que estén involucrados en movimientos suaves de persecución y en el procesamiento de movimientos. El área MT también se proyecta hacia el colículo y proporciona señales de movimiento de todo el campo visual (Duchowski, 2017).

#### Área intraparietal lateral (LIP)

Contiene campos receptivos que se corrigen antes de la ejecución de movimientos oculares sacádicos (Duchowski, 2017).

#### Complejo parietal posterior (PPC)

Implicado en las fijaciones y en las modulaciones atencionales de las respuestas neuronales de la corteza visual (Duchowski, 2017). Mulckhuyse, Engelmann, Schutter y Roelofs (2017) han encontrado que esta región está involucrada en la desvinculación de la atención de los estímulos emocionalmente destacados, con el fin de reorientar la atención hacia los estímulos relevantes. Además, sostienen que puede estar implicada en trastornos de ansiedad asociados con dificultades para desvincularse de los estímulos amenazantes; ello se evidencia en tiempos de reacción más lentos en presencia de distractores, un procesamiento de información bottom-up, es decir, en ausencia de control atencional y un tiempo de permanencia de la atención mayor en el distractor antes de que la atención se desenganche de este para cambiar a un estímulo menos destacado.