

— Trabajo de divulgación docente

MESENCEFALO

— **Prof. Dr. Julio César García**

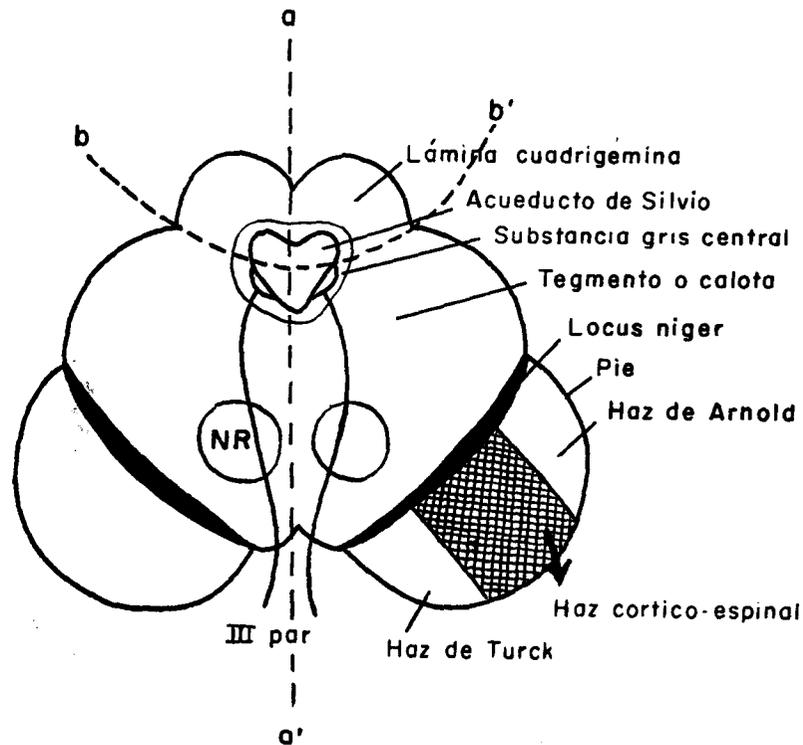
Jefe de la Cátedra de  
Neuroanatomía.  
Facultad de Medicina.  
Universidad del Zulia.



El Mesencéfalo también denominado cerebro medio, está constituido por tres porciones; una dorsal, tectum o lámina cuadrigémina (tectum mesencephali), otra ventral, conocida como pedúnculos cerebrales (pedunculus cerebri) y otra intermedia, llamada calota mesencefálica o tegmento.

Interiormente se encuentra recorrido por un estrecho conducto, el acueducto de Silvio (Acueductus cerebri) recubierto por el epéndimo (ependyma), que comunica el tercer con el cuarto ventrículo.

Estudiando un corte horizontal del mesencéfalo, observamos:



**Fig. N° 1**  
a a' plano sagital.  
b b' plano vértico-frontal.

El plano sagital nos divide el órgano en dos partes iguales. Si trazamos un plano vértico-frontal, que pase por el acueducto de Silvio, nos queda por detrás del plano, la lámina cuadrigémina (tectum mesencephali). La parte ventral está dividida por una formación gris oscura denominada sustancia negra o locus niger (sustancia nigra) en dos porciones, la dorsal, calota o tegmento y la ventral o pie peduncular (crus cerebri).

Exteriormente calota y pie, están delimitadas por el surco del motor ocular común (sulcus medialis cruris cerebri) y por el surco mesencefálico lateral (sulcus lateralis mesencephali).

La superficie exterior comprendida entre la lámina cuadrigémina y el surco mesencefálico lateral, se denomina triángulo de Reil (trigonum lemisci), haciendo relieve en él, las fibras auditivas del lemnisco externo o lateral (lemniscus lateralis).

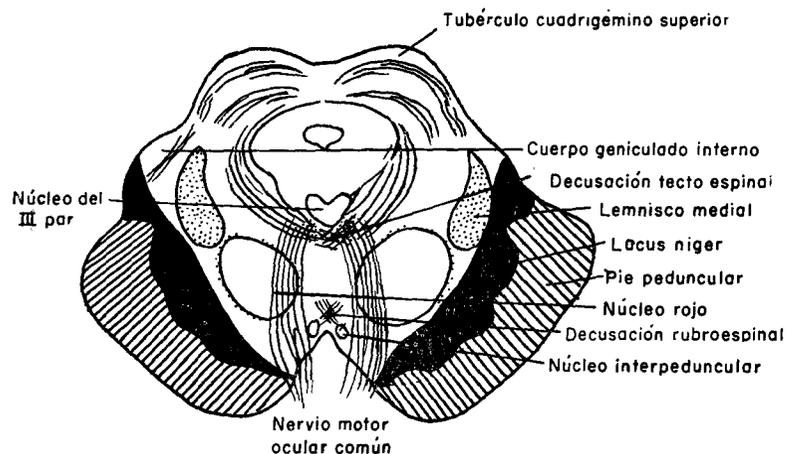
En el mesencéfalo reconocemos la sustancia gris, transmitida, núcleos que se corresponden con las columnas grises (columnae griseae) estudiadas en la médula espinal y el bulbo raquídeo (medulla oblongata); y la sustancia blanca (substantia alba), con sus diferentes vías que lo atraviesan o que lo conectan con el cerebro (cerebellum), estriado, cerebro anterior, etc. Como núcleos grises (nuclei griseae) propios mencionamos el núcleo rojo (nucleus ruber), el locus niger y la sustancia reticulada (substantia reticularis).

La sustancia negra (locus niger), es una voluminosa masa gris que se extiende a todo lo largo del mesencéfalo, desde el límite protuberancial, hasta el núcleo subtalámico (nucleus subthalamicus) al que rebasa por delante. Al corte horizontal presenta forma semilunar con una superficie posterior en relación con el tegmento y otra anterior en relación con el pie peduncular. Sus extremos medial y lateral como ya dijimos, alcanzan el surco del motor ocular común y el surco mesencefálico lateral (sulcus lateralis mesencephali).

### **SUBSTANCIA NEGRA O LOCUS NIGER (Substantia nigra)**

Formación típica del mesencéfalo, de forma mediolunar a los cortes transversales, es una lámina de sustancia gris que separa el pie del tegmento peduncular. Su convexidad ánteroexterna es dentada, la concavidad dorsomedial es lisa. Por su ex-

tremidad rostral llega al diencefalo (diencephalon), mientras que la caudal se confunde con los núcleos del puente (nuclei pontis). La parte más externa de esta lámina está atravesada por las fibras del nervio motor ocular común (nervus oculomotorius). (Fig. 2).



CORTE DEL MESENCEFALO A NIVEL DE LOS TUBERCULOS CUADRIGEMINOS ANTERIORES

Fig. Nº 2.

Histológicamente se reconoce en el locus niger, una capa posterior negra, de neuronas pequeñas y apretadas que contienen melanina —zona compacta de Sano—. Este pigmento se observa también a nivel de locus cerúleus y el núcleo dorsal del vago (nucleus dorsalis n. vagi). El pigmento está presente al nacer, aumentando rápidamente en cantidad hasta el octavo año de vida. Posteriormente lo hace en forma lenta y progresiva. Intracelular en la célula viva, se lo encuentra fuera de ellas en material post-mortem. La capa anterior, es roja y sus células se caracterizan por estar más separadas —zonas reticular de Sano— poseen un pigmento abundante, rico en hierro, similar al del pallidum.

**Conexiones:** se puede considerar la sustancia negra como un núcleo interpuesto en la vía extrapiramidal. Recibe fibras del núcleo rojo (haz rubro-nígrico), del pálido (haz pálido-nígrico) y de la corteza cerebral (haz córtico-nígrico). Envía fibras a los núcleos del puente por el pie y a la sustancia reticular del tegmento por fibras dorsales.

Las lesiones extensas de la sustancia negra, producen síntomas similares a los de las lesiones pallidales, rigidez muscular, temblor, amimia, pérdida de los movimientos automáticos, implicando ello que el locus niger participa en condiciones normales en la estabilización de los movimientos voluntarios y además regulando el tono muscular.

Recordemos que enfermedades degenerativas como el síndrome de Parkinson, envuelven los ganglios de la base y la sustancia negra.

### **PIE PEDUNCULAR (Pes Pedunculi)**

La parte ventral del mesencéfalo o pes pedunculi, está compuesto por un manojito de fibras corticales descendentes, constituyendo por sí solas la región. Son muy pocas las células que se encuentran en ella, aumentando su número caudalmente hasta continuarse con los núcleos del puente. Por su estrecha relación con la corteza cerebral, es el pie filogenéticamente la porción más reciente del cerebro medio. Para su estudio merece ser sistematizado, ya que las fibras se disponen en una forma determinada. Dividido en quintos, observamos que tanto el quinto externo como el interno, están formados por fibras descendentes corticales, que sinaptizan en los núcleos del puente, constituyendo los haces córtico-pónticos (tracti corticopontini) o córtico protuberanciales. (Fig. 3). Las fibras del quinto externo, nacidas en la corteza cerebral parietal, temporal y occipital, constituyen el haz parieto, ténporo y occipito pontino de Arnold (tractus temporopontinus), las fibras del quinto interno nacidas en la corteza frontal, constituyen el haz frontopontino o haz de Türck (T. corticopontini). De los tres quintos medios restantes, el quinto interno está ocupado por el haz corticonuclear o geniculado (T corticonuclearis), descendiendo en los otros dos quintos el haz córticoespinal, (tractis corticospinalis). En este haz, las áreas correspondientes a los músculos de los miembros inferiores son más laterales, que la de los superiores y éstas que las correspondientes a la cabeza.

Adelantando conceptos digamos que del haz corticonuclear parten fibras directas y cruzadas que, a nivel de nuestro estudio, terminan en los núcleos motores del III y IV par (nuclei originis). El curso de estas fibras no es bien conocido, siendo quizás a través del fascículo longitudinal medio, al que llegaron en niveles

## MESENCEFALO

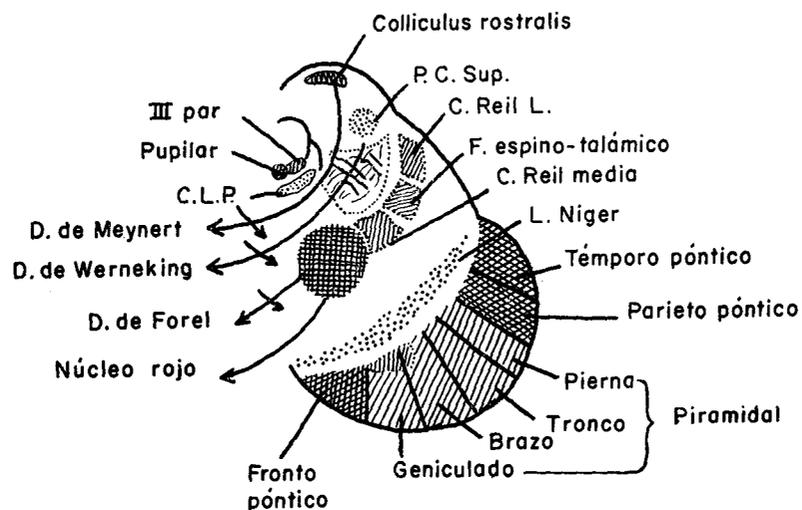


Fig. N° 3.

superiores —subtálamo—, como alcanzan los núcleos motores anotados. A nivel de la protuberancia, es fácil seguirlas como vías aberrantes directas y cruzadas.

Siguiendo el cuadro de la fig. N° 4 vemos que el haz geni-

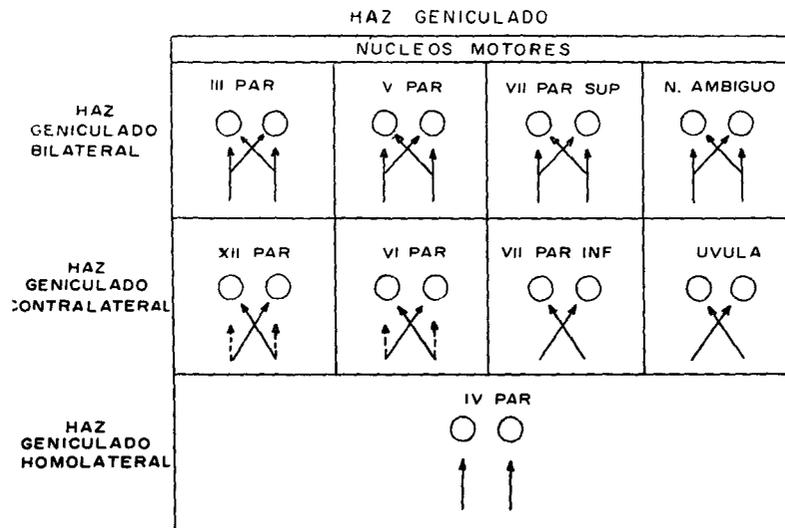


Fig. N° 4.

culado, termina a nivel de los núcleos motores de los pares craneales de diversas maneras:

- a) Estimula en forma bilateral los núcleos del motor ocular común, el núcleo del masticador, la parte del núcleo del facial que controla la musculatura de la porción superior de la cara y el núcleo ambiguo, excepto de la porción que inerva los músculos de la úvula.
- b) Estimula en forma contralateral el núcleo del hipogloso, del motor ocular externo, el núcleo del facial en la porción que inerva los músculos de la porción inferior de la cara y el núcleo ambiguo solamente en lo que respecta a los músculos de la úvula.

El XII y VI par reciben muy pocas fibras homolaterales.

- c) Estimula en forma homolateral el núcleo del patético.

Antes de estudiar el tectum, mencionaremos los elementos que el plano vértico-frontal atraviesa, en la limitación artificial que hicimos entre tegmento y tectum.

El acueducto de Silvio, estrecho y triangular a la sección transversal, de distinto diámetro según el nivel de estudio y revestido del epitelio endimario, se halla rodeado de una capa de substancia gris, que contiene pocas fibras mielínicas y células difusamente dispuestas. En esta substancia gris central, que en las tinciones con Weigert aparece casi incolora, se estudian núcleos de significación vegetativa, como son el núcleo accesorio o parasimpático (*nucleus accessorius parasympatici*) del tercer par (*nucleus accessorius parasympatici nervi oculomotorius*) y en sentido rostral limitando con el diencefalo, el núcleo de Darkschewitsch (*nucleus commissurae posterioris*).

Encontramos también el núcleo mesencefálico del trigémino. Sus dendritas recogen estímulos propioceptivos de los músculos masticadores y sus axones —células unipolares— semejantes a dendritas, terminan en el núcleo motor del trigémino. Se describen también en la substancia gris central, el núcleo dorsal del tegmento de Marburg y el núcleo ventral del tegmento en conexión con los tubérculos mamilares.

Bailey y Davis lesionando levemente en gatos la substancia gris central, producen en el animal, pérdida de la actividad, silencio, insensibilidad al medio, no responde y no busca comida ni come en forma espontánea. Si la lesión es destructiva,

los animales se vuelven catatónicos. Parece ser un importante centro de relevo de las reacciones afectivas.

### **TECTUM**

La lámina cuadrigémina, tectum o techo es la porción dorsal del mesencéfalo, debe su nombre a la presencia de cuatro relieves separados por un surco criciforme, denominados tubérculos cuadrigéminos o colliculus. Los dos rostrales en relación con la visión y los dos caudales en relación con la audición. Los tubérculos cuadrigéminos y el núcleo mesencefálico del trigémino son las principales formaciones derivadas de la placa alar.

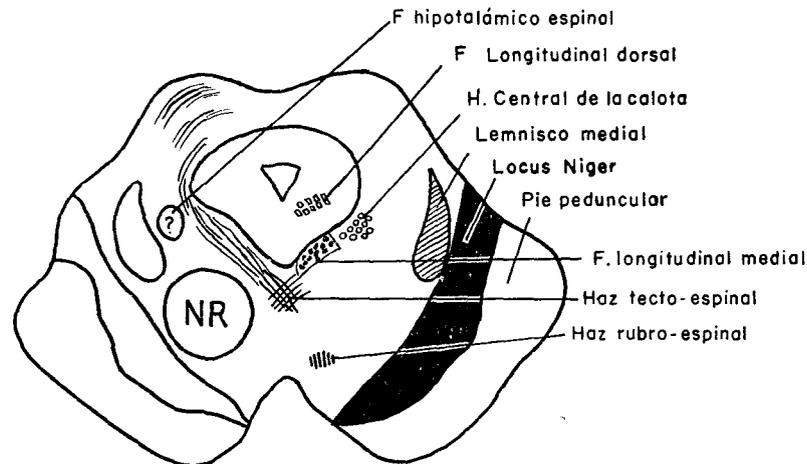
### **COLLICULLI ROSTRALIS**

Estudiados en un corte transversal teñido al Weigert, nos muestran seis capas bien diferenciadas, tanto anatómica como funcionalmente. De la superficie hacia la profundidad:

- 1) La capa zonal o stratum zonale constituido por fibras que llegan de la corteza occípito-temporal, en la zonal visual y auditoria de asociación (áreas 18, 19 y 17), haz occipito tectal (tractus occipito tectalis). Las fibras de esta haz, luego de formar la capa zonal, hacen sinapsis en la capa gris que limitan profundamente.
- 2) Capa cinerea o gris en cuyas neuronas terminan fibras de las capas supra e infrayacentes, de quienes recibe los impulsos y los trasmite a la próxima capa denominada óptica. Este estrato gris se encuentra únicamente en los mamíferos superiores quizás por la influencia del haz córtico-tectal.
- 3) Capa óptica constituida por fibras que llegan de la retina, por las cintillas ópticas, —haz retino tectal— (tractus retino-tectalis). Las fibras de esta capa envían colaterales a todas las otras capas, excepto el estrato zonal. Las porciones rostrales y mediales del colliculi reciben fibras retinianas de los cuadrantes inferiores; las porciones caudales y laterales, las reciben de los cuadrantes superiores. Desde este colliculi superior desciende el fascículo tectoóculomotor que termina en los núcleos oculomotores.
- 4) Capa gris cuyas neuronas sinaptizan en diversos niveles, es

por excelencia, la capa receptiva del colliculi. Conecta a este nivel el haz córtico-tectal que desde las áreas 18, 19 y 17, desciende al mesencéfalo. Terminan también en esta capa, los haces espinotectal, nigrotectal, tálamo-tectal y habénulotectal.

- 5) Denominada capa de Reil o stratum lemnisci, recibe fibras espinotectales (tractus spinotectalis), del lemnisco interno y externo del colliculi caudal. Las dendritas de las neuronas de esta capa, reciben impulsos de las zonas precedentes. Sus axones entran en el estrato profundo, constituyendo parte del sistema eferente del colliculi superior.
- 6) Esta última capa gris se confunde con la sustancia gris central, se denomina stratum profundum, siendo los axones de estas neuronas, los que decusándose ventralmente al acueducto —decusación de Meynert— constituyen la vía tecto-bulbar y tecto espinal (tractus tecto bulbaris), que corre en dirección caudal por delante del haz longitudinal medio. (Fig. 5). En su descenso dan fibras a los núcleos motores del tronco cerebral y núcleos del sistema reticular. En la médula espinal sobre todo cervical, lo describimos en el cordón ventral antes de terminar a nivel de las astas anteriores. Estas conexiones nos explican los movimientos de los ojos y la cabeza en reacción a estímulos luminosos.



**Fig. N° 5.**  
Corte del Mesencéfalo a nivel de los tubérculos cuadrigéminos superiores.

Diremos ahora que, encima del tubérculo cuadrigémino superior, en la zona entre mesencéfalo y diencefalo, se encuentra un grupo de células, sitio de terminación de fibras ópticas, en relación al reflejo pupilar a la luz. De esta región pretectal, parten los axones hacia el núcleo de Edinger y Westphal del mismo lado y del opuesto.

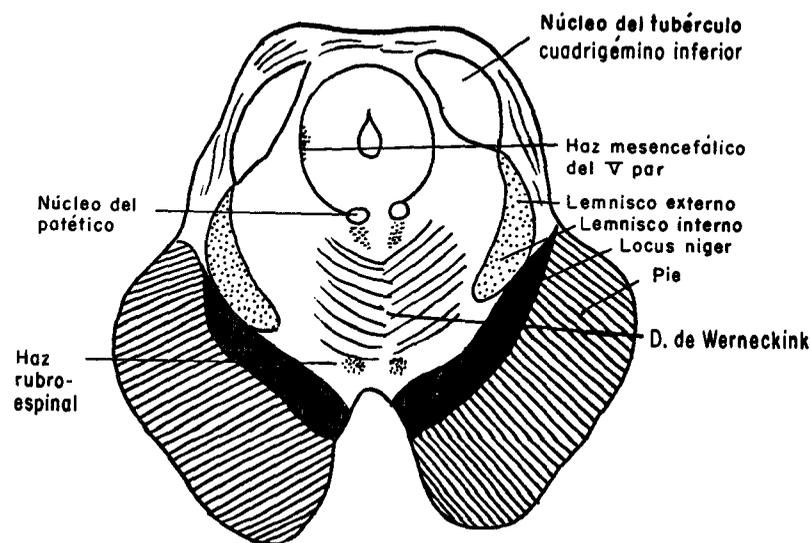
Como resumen decimos que las fibras aferentes de los colliculi rostrales son de cuatro tipos:

- 1) Fibras retino pretectales (tractus retino pretectalis), en relación al reflejo fotomotor —miosis—.
- 2) Fibras retino tectales en relación a reflejos de movimientos oculares y de la cabeza.
- 3) Fibras occipito tectales (tractus occipito tectalis), originadas en el área 18 de la corteza cerebral en función de fijar los ojos cuando existe atención visual.
- 4) Fibras espino bulbotectales (tractus spinobulbotectalis) de origen principalmente en el trigémino espinal.

Las fibras eferentes se resumen en los haces tecto bulbar y tecto espinal (T. tectospinales), ya mencionados y además en los haces tecto óculomotor, tecto tegmental y tecto nigral.

### **COLLICULI CAUDALIS**

Alcanzan su máximo desarrollo en los mamíferos, existiendo sólo en aquellos animales que poseen un aparato coclear desarrollado totalmente. Cada uno de los tubérculos cuadrigéminos inferiores contiene en su interior una masa gris ovalada (encapsulada) denominada núcleo del tubérculo inferior (stratum zonale), rodeada de una capa fina, blanca. (Fig 6). El núcleo está compuesto por células pequeñas y medianas de tipo asociativo y otras grandes de tipo poligonal que originan las fibras eferentes; en este núcleo terminan parte de las fibras del lemnisco lateral. Otro contingente de estas fibras cruzan el plano sagital y se decusan con las del lado opuesto, formando la comisura intercuadrigeminal inferior. El lemnisco lateral está constituido por fibras originadas en el núcleo dorsal del coclear (nucleus n. dorsalis trochlearis) homolateral y por fibras de los núcleos dorsal y ventral del coclear (nuclei cochleares ventralis et dorsalis) contralateral a través del cuerpo trapezoide (corpus trapezoideum). La mayoría de las fibras del lemnisco continúan hacia el cuerpo geniculado interno o me-



**Fig. N° 6.**  
Corte del mesencéfalo a nivel de los tubérculos cuadrigéminos posteriores.

dial (corpus geniculatum mediale). Las fibras eferentes de los T. C. I., se dirigen por el brazo cuadrigémino inferior hacia el cuerpo geniculado interno. Existiría un contingente de fibras largas, las que por el brazo conjuntival posterior, siguen la cintilla óptica (tractus opticus), cruzan la línea media en el borde posterior del quiasma óptico (chiasma opticum), ganando el T.C.I. opuesto. Estas fibras constituyen la comisura de Gudden (comisurae supraopticae). Para Ranson esta comisura no existe. Otras cruzan la línea media terminando en el T. C. I. opuesto. Las menos forman haces descendentes en la calota, terminando en núcleos reticulares (nuclei reticularis) — rojo, puente, etc. De tal manera son los T. C. I., estaciones intermedias de la vía acústica y centro de reflejos por excitaciones auditivas. La representación cortical de los sonidos es bilateral.

### **TEGMENTO (substancia gris)**

#### **Núcleo del Patético.**

El núcleo del patético o troclear —base del asta anterior espinal— está constituido por un pequeño grupo celular ubicado cercano al plano sagital, en la parte ventral de la substancia gris central por dentro y detrás del tracto longitudinal medial (trac-

tus longitudinalis medialis), a nivel de los tubérculos cuadrigéminos inferiores (colliculu inferioris) o sea en la parte caudal del cerebro medio. En su porción rostral limita con el núcleo del motor ocular común, siendo muy difícil establecer separación precisa entre ambos núcleos. En posición caudal al núcleo del troclear, se describe un pequeño núcleo denominado accesorio del troclear.

Formado el núcleo por células motoras de mediano tamaño, sus fibras emergen dorso lateralmente, circundan el acueducto a medida que descienden y se entrecruzan con las del lado opuesto, antes de salir del sistema nervioso, en el velo medular anterior (volum medullaris anterior), techo del cuarto ventrículo (tegmen ventriculus quartus) inmediatamente por debajo de los colliculi caudales. (Fig. 7). Aún no se ha encontrado adecuada explicación



**Fig N° 7.**

**Diagrama funcional del nervio troclear. 1) Núcleo del nervio troclear. 2) Axones somáticos eferentes. 3) Fibras somáticas aferentes (propioceptivas). 4) Neuronas unipolares.**

a la emergencia dorsal del patético en todos los vertebrados, en oposición a los demás pares craneales que lo hacen por vía ventral. El nervio patético, esencialmente motor, inerva el músculo oblicuo superior del ojo.

Células unipolares vecinas al núcleo troclear, en el recorrido intranervioso del nervio y cerca de su emergencia en el velo medular anterior han sido mencionadas, en relación a la vía que siguen los estímulos propioceptivos nacidos en el músculo oblicuo superior del ojo. Alcanzan en el mesencéfalo con el IV par su cuerpo neuronal y por su axón el núcleo troclear. Se asimila así al nervio masticador con su núcleo propioceptivo mesencefálico.

### NUCLEO DEL MOTOR OCULAR COMUN

El núcleo del nervio motor ocular común de forma alargada, se halla ubicado por encima del núcleo troclear, ventral al acueducto a nivel del T. C. Superior (colliculus superior). Se divide en tres subgrupos:

- 1º) Núcleo lateral, a ambos lados de la línea media por dentro del fascículo longitudinal medial.
- 2º) Núcleo medio, impar o de Perlia.
- 3º) Núcleo parasimpático anexo al III par, a ambos lados de la línea media o núcleo de Edinger-Westphal.

En el núcleo lateral, columna alargada de células, se distinguen de arriba hacia abajo, los subnúcleos del músculo elevador del párpado superior, recto superior, recto interno, oblicuo inferior y recto inferior. (Fig. 8). Las fibras de este núcleo lateral se

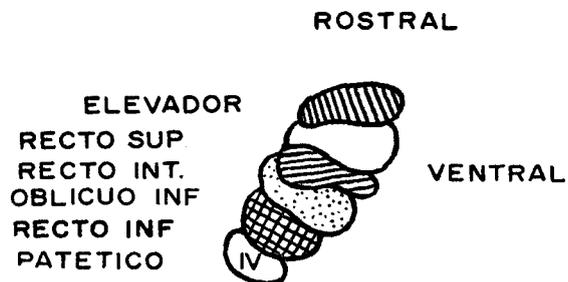


Fig. N° 8.  
Núcleo del Motor Ocular Común. (Según Bernheimer - Brouwer.

dirigen ventralmente, atraviesan la cintilla longitudinal medial, el núcleo rojo, la parte interna del locus niger y emergen en la cara interna del pedúnculo en el surco del motor ocular común. (Fig. 9). En su origen, fibras del núcleo lateral opuesto, cruzan la línea media, por lo cual cada nervio tiene fibras directas y cruzadas.



**Fig. N° 9**

**Corte a través del mesencéfalo a nivel del núcleo rojo. 1) núcleo rojo. 2) fibras del nervio motor ocular común 3) fascículo longitudinal medial. 4) acueducto de Silvio.**

El núcleo central descrito por Perlia, situado entre los anteriores, no se define bien en la parte inferior. Sus células son de tipo motor, pero de tamaño inferior a las del núcleo lateral. Las fibras originadas en este núcleo medial, terminan en los núcleos laterales de ambos lados, coordinando la acción de los músculos rectos internos en la convergencia.

El componente propioceptivo, aferente y somático general, tienen sus células en la porción dorsal del núcleo motor, limitando con la sustancia gris periventricular.

### **NUCLEO DE EDINGER Y WESTPHAL (núcleo vegetativo)**

Pequeño grupo celular situado dorso lateral al núcleo medio de Perlia y ventral al acueducto, formado por pequeñas células parasimpáticas, cuyas fibras preganglionares, corren con el mismo motor ocular común y sinaptizan en el ganglio ciliar o en el ganglio epiescleral, donde se originan las fibras post-ganglionares que inervan el músculo constrictor de la pupila y el músculo ciliar.

En el hombre, el núcleo de Edinger y Westphal puede ser dividido en un núcleo rostral situado a corta distancia y rostral al núcleo del motor ocular común y un núcleo caudal ubicado dorsalmente y en la parte media del núcleo del III par. Estos núcleos suelen estar divididos en dos porciones paralelas.

El núcleo rostral interviene en el reflejo a la luz, recibiendo impulsos desde el núcleo pretectal a través de las fibras pretecto-oculomotoras. Las fibras preganglionares de este núcleo que sinaptizan en el ganglio ciliar, transmiten su impulso a las neuronas post-ganglionares que finalizan en el músculo circular del iris, produciendo miosis. Algunas fibras que sinaptizan en el ganglio epiescleral alcanzan a través de las fibras post-ganglionares el músculo ciliar, interviniendo por lo tanto en la acomodación. (Fig. 10).

El núcleo caudal de Edinger-Westphal recibiendo impulsos de la capa óptica del colliculo superior a través de fibras tecto-oculomotoras y sinaptizando en el ganglio ciliar o en el epiescleral, alcanzan el músculo ciliar o de la acomodación.

Esta descripción del núcleo de Edinger-Westphal, nos explica el signo de Argyll-Robertson con su pérdida del reflejo a la luz y conservación del reflejo a la acomodación.

Para algunos autores, un acúmulo celular parasimpático denominado núcleo mediano anterior, inervaría el músculo constrictor del iris, inervando el núcleo de Edinger-Westphal, el músculo ciliar o de la acomodación.

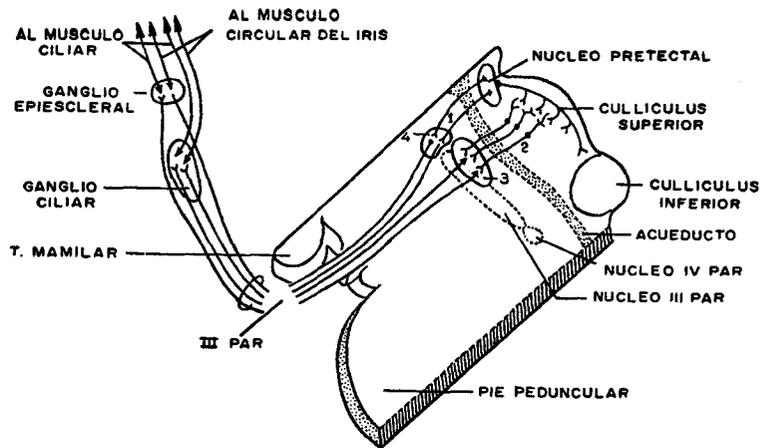


Fig. N° 10.

Diagrama de las vías de la Iridoconstricción y de la Acomodación. 1) Fibras pretecto-óculomotoras. 2) Fibras tecto-óculomotoras. 3) Núcleo caudal del Edinger y Westphal. 4) Núcleo rostral de Edinger y Westphal.

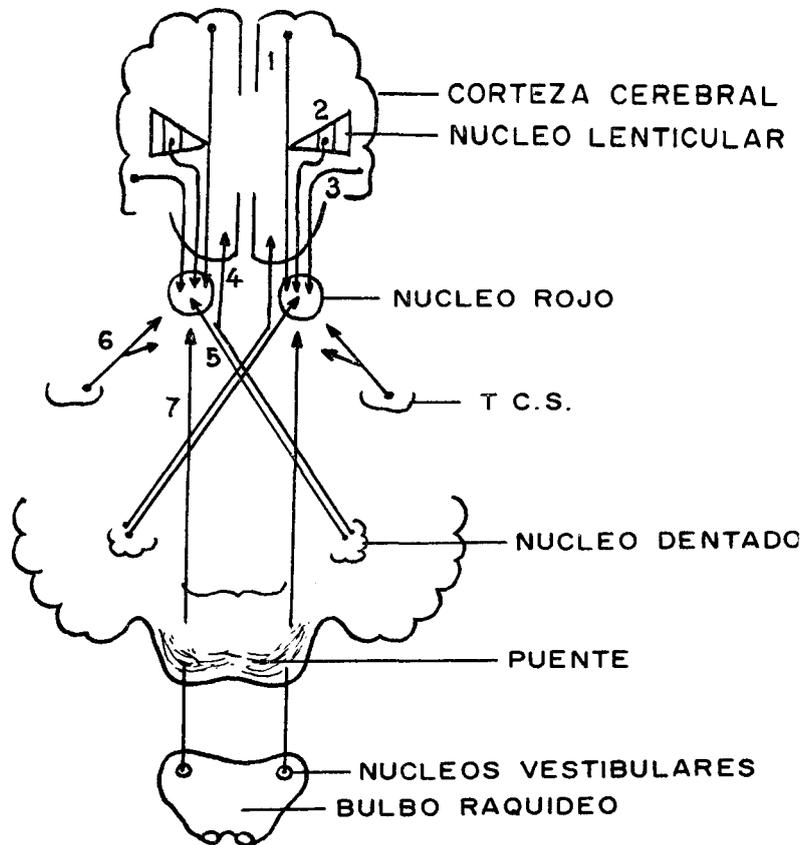
En resumen, el nervio motor ocular común, eleva el párpado superior, controla los movimientos verticales y de convergencia del ojo, contrae la pupila —miosis— y al actuar sobre el músculo ciliar, produce la acomodación modificando la convexidad del cristalino.

## SUBSTANCIA GRIS PROPIA

### Núcleo Rojo.

El núcleo rojo es una masa gris, de color rosado en fresco, ubicado en la parte superior del cerebro medio por detrás del locus niger, correspondiendo su extremo inferior al plano que pasa por el borde inferior de los tubérculos cuadrigéminos superiores, vecino al hipotálamo por su extremo superior. Fibras del nervio motor ocular común cruzan la parte medial núcleo rojo, antes de alcanzar el surco de salida. Histoquímicamente al igual que el pálido, el núcleo rojo posee hierro, dando positiva sus reacciones. El núcleo está rodeado por una cápsula fibrosa más manifiesta en la porción medial, estas fibras pertenecen a los haces dento y corticorubrales. Filogenéticamente está formado por una porción antigua, caudal de grandes células, magnocelular—denominada paleorubro, bien desarrollada en los animales inferiores y una porción menor de pequeñas células —microcelular—neorubro, bien desarrollada en el hombre.

Al núcleo le llega por su extremo caudal y dorsal el pedúnculo cerebeloso superior (pedunculos cerebellaris superior), por ello se tiñe intensamente con el Weigert; en su extremo superior, toma más al aspecto de la sustancia gris. Estas fibras nacidas en su mayoría en la oliva cerebelosa, pocas en los núcleos emboliforme y esférico, constituyen el haz dentorúbriico contingente fundamental del pedúnculo cerebeloso superior, que se entrecruza antes de llegar al núcleo rojo. Algunas de estas fibras son homolaterales.



**Fig. N° 11.**  
**Vías aferentes del Núcleo Rojo. 1) Haz fronto-rúbriico. 2) Haz estriorúbriico. 3) Haz témporo-rúbriico. 4) Haz dento-talámico. 5) Haz dento-rúbriico. 6) Haz tecto-rúbriico. 7) Haz vestibulo-rúbriico.**

Como fibras aferentes del núcleo rojo (Fig. 11), mencionamos además, fibras directas y cruzadas, originadas en los tubérculos cuadrigéminos superiores —haz tectorúbriico—, fibras ho-

molaterales de origen en los núcleos vestibulares —haz vestibulorubral—, que alcanzan el núcleo rojo a través de la cinta longitudinal medial.

Desde la corteza frontal y parietal, de función extrapiramidal, descienden los haces córticos-rubrales que alcanzan el núcleo rojo homolateral, contribuyendo en la formación de la cápsula de dicho núcleo. Por el ansa lenticular llega al rojo el fascículo estriorubral, el cual en su paso por el campo de Forel, se nutre de fibras nacidas en los núcleos de este campo.

**Fibras eferentes:** de las neuronas del núcleo rojo, nacen fibras las cuales, después de cruzar el plano medio —decusación de Forel—, descienden por el tronco cerebral, formando el haz rubrobulbar y más abajo en la médula cervical constituyen el

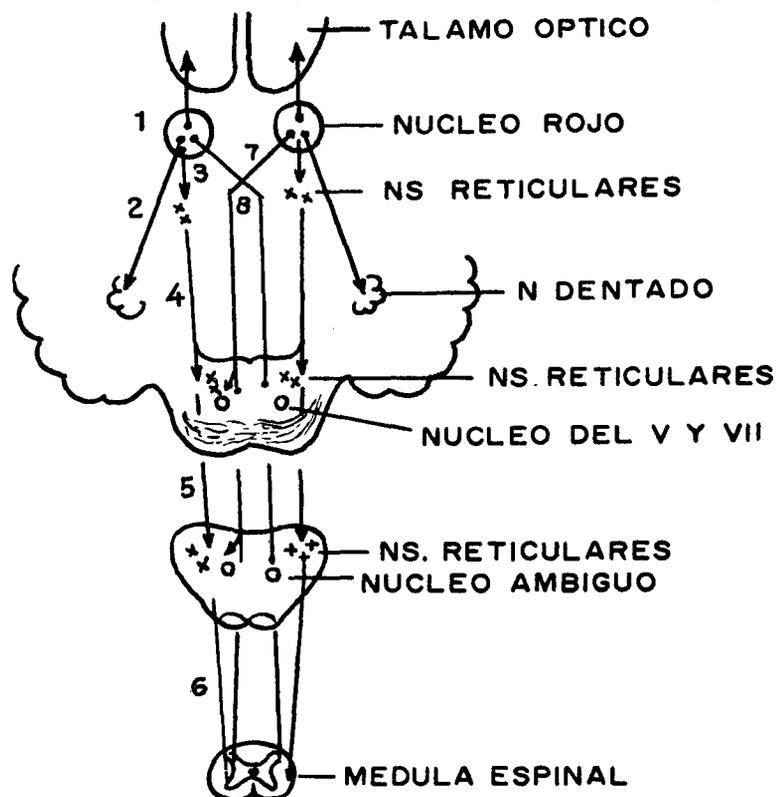


Fig. N° 12.

Vías eferentes del núcleo rojo. 1) Haz rubro-talámico. 2) Haz rubro-cerebeloso. 3) Haz rubro reticular. 4-5 y 6) Vía reticular tegmento-ponto-bulbo-espinal. 7) Haz rubro-espinal. 8) Decusación de Forel.

haz rubroespinal. En su camino deja fibras a los núcleos del nervio masticador, del nervio facial y al núcleo ambiguo (Fig. 12).

En el hombre, de más importancia que el fascículo rubroespinal, es el haz rubrorreticular, el cual conectando núcleos reticulares del tronco encefálico, llega hasta la médula espinal por intermedio de los haces reticulo-espinales. Por ello son tan manifiestas las fibras descendentes a la médula desde las formaciones reticulares del puente y del bulbo. Su importancia es capital como inhibidora de la actividad muscular esquelética.

El núcleo rojo envía fibras al núcleo ventro-lateral del tálamo óptico y a los núcleos del cerebelo.

### NUCLEOS RETICULARES

Varios grupos celulares reticulares se encuentran en el tegmento a saber.:

- a) núcleo dorsal (nucleus dorsalis)
- b) núcleo de la comisura posterior o de Darkschewitsch.
- c) núcleo intersticial o del rafe de Cajal (nucleus interstitialis).
- d) núcleo mediano anterior.

El núcleo dorsal se localiza por detrás del núcleo troclear (nucleus trochlearis) y del polo inferior del núcleo lateral del motor ocular común.

El núcleo de Darkschewitsch, yace en la parte rostral de la placa motora, en el paso del acueducto al tercer ventrículo. Envía fibras al fascículo longitudinal medial.

El núcleo intersticial se encuentra un poco caudal y ventral con respecto al anterior y como él, envía fibras al haz de asociación longitudinal medial (fasciculus longitudinalis medialis)

El núcleo mediano anterior lo describimos como parte del núcleo parasimpático del III par, aunque otros autores lo consideraron como perteneciente al sistema reticular.

Existen además y se observan en los cortes a distintos niveles, células aisladas o en pequeños grupos, cuyos axones se bifurcan en ramas ascendentes y descendentes, bulbo protuberanciales (T. bulbo protuberancialis), oliva bulbar (nucleus olivaris), fibras retículo bulbares (tractus reticulo bulbaris), retículo espinales (tractus reticulospinalis); las ascendentes sinaptizan con el núcleo rojo.

y el pálido formando en gran parte el haz central de la calota (tractus tegmentalis centralis).

A su vez este sistema recibe fibras del rojo, pálido, tálamo y corteza cerebral, estableciéndose así un difuso sistema asociativo en la vía extrapiramidal.

No debemos olvidar que este sistema reticular con su sistema de retroalimentación, interviene fundamentalmente en el estado de vigilia.

### NUCLEO INTERPEDUNCULAR

Observando el mesencéfalo por su cara ventral, vemos que los pies divergen hacia arriba, desapareciendo bajo las cintillas ópticas. En su parte caudal se forma un triángulo deprimido, denominado fosa interpeduncular o intercrural, cuya base corresponde a los tubérculos mamilares y el vértice al puente. Profundamente existe a este nivel un núcleo —interpeduncular o intercrural—, de células multipolares, de mediano tamaño y ligeramente pigmentadas. Prominente en algunos mamíferos de olfato desarrollado, este centro reflejo tiene poca importancia en el hombre. En conexión por el fascículo retroflejo de Meynert (fasciculus retroflexus) con el núcleo habenuar (nucleus habenulae),

### HAZ RETROREFLEJO DE MEYNERT

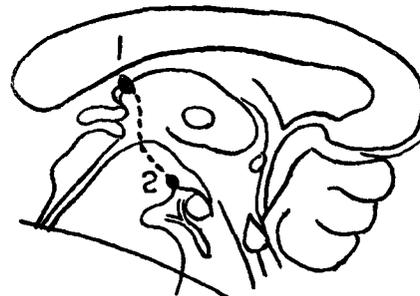


Fig. N° 13

- 1) Núcleo habenuar
- 2) Núcleo interpeduncular

conecta centros olfativos con núcleos motores mesencefálicos a través de conexiones reticulares —núcleo dorsal del tegmento— (n. tegmenti dorsalis).

El haz retroflejo originado en el núcleo de la habénula del epítálamo, se dirige hacia adelante a través del mesencéfalo, atraviesa el núcleo rojo, terminado en el núcleo interpeduncular homo y heterolateral. Los impulsos se proyectan luego hacia el dorso del tegmento por el haz pedúnculo tegmental. (Fig. 13 y 14).

## SUBSTANCIA BLANCA

### Fascículos de la Calota Peduncular.

En la calota peduncular, filogenéticamente mas antigua que el pie, existen gran cantidad de fascículos longitudinales, ascendentes descendentes y de asociación.

### FASCICULOS ASCENDENTES

#### Pedúnculo Cerebeloso Superior.

El fascículo más numeroso de fibras ascendentes llega a la calota mesencefálica por los pedúnculos cerebelosos superiores, en su mayor parte constituido por fibras originadas en los núcleos dentados del cerebelo (nucleus dentatus) y otro contingente menor de los núcleos del techo, esférico y emboliforme. En su ascenso hacia el núcleo rojo, forma parte del techo y paredes del IV ventrículo, rodea la sustancia gris central hasta alcanzar el



Fig. N° 14.

Sección ánteroposterior de la zona del núcleo rojo para mostrar la vinculación de su sector ánterosuperior con el nudo de Forel; ambas formaciones contactan. 1) núcleo rojo. 2) haz de Vicq. Azyr. 3) nudo de Forel. 4) radiación rubrolenticular. 5) locus niger. Método de Weigert. La flecha señala al fascículo retroflejo.

rafe medio donde se entrecruzan con el del lado opuesto. Estas fibras se entrecruzan en la parte caudal del mesencéfalo —decusación de Werneckink— (decusatio peduncolorum cerebellarium superiorum), a nivel del núcleo del patético. Es de notar que el borde dorsal de la decusación no llega hasta la placa motora, pero se acerca al cruce tecto espinal. Por delante de la decusación de los pedúnculos cerebelosos superiores, cercanos al plano sagital se hallan los haces rubroespinales ya definitivamente organizados.

Las fibras dentadas corren por el pedúnculo cerebeloso superior en su porción ventral, decusándose en porción rostral y ventral con respecto a las fibras de origen fastigial que corriendo dorsalmente por el pedúnculo, se cruzan dorsocaudalmente. Este componente dorsal termina en el paleorrubro, dando un componente de fibras descendentes al tegmento.

Las fibras ventrales —dentorrubricas— finalizan en las células pequeñas del núcleo rojo o neorrubro. Ambos componentes envían fibras ascendentes hacia el tálamo y el núcleo pálido (Fig. 15).



**Fig. N° 15.**

Corte sagital del cerebro. 1) cuerpo calloso. 2) núcleo rojo. 3) nudo de Forel. 4) quiasma óptico. 5) locus niger. La flecha señala al fórnix. 6) Pedúnculo cerebeloso superior.

En resumen, el pedúnculo cerebeloso superior, es un gran haz eferente, que sale de los núcleos del cerebelo, cruza la línea media en la parte caudal del mesencéfalo y termina en:

- a) Neorrubro, fibras que pertenecen en realidad a la vía motora extrapiramidal córtico —ponto— cerebelosa.
- b) Paleorrubro, fibras con conexiones vestibulares.
- c) Centro mediano y núcleo latero-ventral del tálamo, fibras que transportan la sensibilidad profunda inconsciente llegada al cerebelo por las vías espinocerebelosas.

El estudio de los cortes seriados del mesencéfalo, nos muestra cómo las fibras de los pedúnculos cerebelosos superiores, inician el cruce, se cruzan y terminan en los cortes altos, a nivel de los núcleos rojos. Muchas de estas fibras en su camino hacia el tálamo, forman sobre estos núcleos rojos, la cápsula que los envuelve, sobre todo en las partes internas de los mismos.

#### **Cinta de Reil Media.**

La cinta de Reil con sus dos porciones medial y lateral, se estudia entre los fascículos ascendentes del tegmento mesencefálico.

La cinta de Reil media o fascículo bulbo talámico (lemniscus medialis), vía importante de la sensibilidad profunda consciente, debe su nombre a su forma achatada ventrodorsalmente; se ubica dorsal al locus niger y lateral al núcleo rojo. Integra a nivel del núcleo rojo su cápsula por el lado externo. Dorsalmente a ella asciende el lemnisco trigeminal ventral, que lleva sensibilidad de la cara. Por su extremo lateral asciende el fascículo espino talámico ventral, que conduce el tacto protopático desde la médula y las fibras espino tectales que penetran en el colliculi rostralis. En este extremo se halla formando ángulo con él, el lemnisco lateral.

Sistematizando el haz, ascienden por él, de medial a lateral 1) fibras del gusto, 2) fibras del haz de Burdach, 3) fibras del haz de Goll, 4) el haz espinotalámico ventral. Dorsalmente se halla 5) el lemnisco trigeminal ventral.

Dorsal al haz espinotalámico ventral, un poco separado de él y mezclándose en la cinta de Reil lateral, se halla el haz espino-talámico lateral y dorsal a éste, el haz espinotectal.

En su ascenso encuentra esta cinta, el núcleo paralemniscal y núcleos reticulares donde recalcan algunas de sus fibras, aunque el mayor componente lo hace en el núcleo dorsal del tálamo óptico. En la cinta de Reil media se describen como eferentes, las fibras aberrantes de la vía piramidal que van a los núcleos del VI y XI par.

En la parte superior del mesencéfalo, la expansión del núcleo rojo, hace que la cinta de Reil media, ocupe una situación más laterodorsal, presentando al corte una forma semilunar.

#### **Cinta de Reil lateral.**

La cinta de Reil lateral (lemnisco lateralis), fascículo fundamental de la vía acústica, está situada a nivel mesencefálico por detrás y afuera del lemnisco medial, formando con él, un ángulo abierto hacia dorso medial. Ocupa una posición superficial, inmediatamente por detrás del surco lateral. Sus fibras terminan en gran parte en el tubérculo cuadrigémino inferior; pero otro contingente sigue por el brazo conjuntival inferior para sinaptizar en el cuerpo geniculado medial (nucleus corporis geniculati medialis).

Desde el colliculus inferior parten fibras hacia el cuerpo geniculado interno —haz colliculogeniculado— y hacia la corteza auditiva —haz colliculocortical—.

El estudio por supuesto, llevado a cabo en cortes practicados a nivel protuberancial superior o en cortes inferiores del mesencéfalo, nos muestra cómo el lemnisco lateral se vuelve inmediatamente dorsal, buscando su terminación en el tubérculo y a nivel mesencefálico, existen acúmulos grises situados sobre el trayecto del haz, núcleos denominados núcleos del lemnisco lateral. Los axones de estos núcleos por vía del fascículo longitudinal medial, homo y contralateral, intervienen en las vías reflejas vinculadas a la audición.

#### **VIA EXTEROCEPTIVA DEL TRIGEMINO (lemnisco trigeminal)**

Los axones de la segunda neurona del trigémino situada en los núcleos sensitivos principal y espinal del lado opuesto, en su ascenso se dividen en dos fascículos. El ventral, situado en la formación reticular inmediatamente por detrás del lemnisco me-

dio y en su porción interna, y el fascículo dorsal, situado lateral a la substancia gris central del acueducto de Silvio (acueductus cerebri) y de la cintilla longitudinal. Terminan estas fibras en el núcleo póstero-ventro-medial del tálamo.

#### **Haces espinotalámicos lateral y ventral.**

Conductor de la sensibilidad térmica y dolorosa, el haz espinotalámico lateral, se ubica en el borde lateral del lemnisco medial, al cual acompaña hasta el tálamo, donde termina en su núcleo póstero ventro-lateral.

El haz espinotalámico ventral, conducto del tacto, mezcla sus fibras con el anterior y la cinta de Reil. No olvidemos que, los espinotalámicos realizan a todo el nivel del tronco cerebral, múltiples sinapsis en los núcleos y células del retículo, perdiendo de esta manera, su individualidad anatómica.

**En el plano craneal del mesencéfalo, la adhesión al lemnisco medio de los haces espinotalámicos y trigémino talámicos constituye el denominado lemnisco superior, marchando de este modo unida, la sensibilidad que ha de llegar al tálamo.**

Los haces espinotectal y bulbotectal de poca importancia en el hombre, corren vecinos al lemnisco medial sobre su cara medial. Terminan en los tubérculos rostrales interviniendo en las funciones reflejas oculares.

### **FASCICULOS DESCENDENTES**

#### **Central de la Calota.**

El fascículo central de la calota de Bechterew, denominado también tálamo olivar o rubro olivar por su contingentamiento, se halla en posición dorsal a las fibras de los pedúnculos cerebelosos superiores, y más rostralmente por fuera de la cintilla longitudinal posterior y por detrás del núcleo rojo. Las fibras rubrales son más numerosas que las talámicas, como lo prueba el buen desarrollo del haz central de la calota en los entes mesencefálicos (sin prosencéfalo).

Las fibras del haz terminan en la oliva bulbar (nuclei olivaris), donde nace el haz olivo espinal de Helweg (tractus olivospinalis), que llega a las astas anteriores de la médula espinal.

### **Haz Tectoespinal**

Originado principalmente en los tubérculos rostrales a nivel del estrato profundo, estas fibras rodean la substancia gris central, entrecruzándose con las del lado opuesto en la parte ventral, a nivel del núcleo del III par, decusación dorsal de Meynert, descendiendo por delante de la cintilla longitudinal posterior del lado opuesto. Durante su descenso por el tronco encefálico, sinaptiza con los núcleos oculomotores (nucleus originis oculomotorius), este contingente haz tectobulbar, otras terminan en núcleos reticulares —haz tectoreticular—, para hacer la más larga conexión con las astas ventrales medulares a nivel cervical. Para Ranson los T. C. I. no contribuyen en la formación de este haz. Un cierto número de fibras no se entrecruzan, son homolaterales y en su descenso recalcan en los núcleos motores que encuentran a su paso.

Parte de esta vía directa, llega a la médula, ubicándose en el cordón lateral por dentro del haz espinotalámico lateral.

Este haz interviene en los movimientos reflejos de la cabeza, músculos de la cara y mirada lateral ante estímulos visuales.

### **Haz rubro-espinal.**

El haz rubroespinal de Monakov, constituido por los axones de neuronas del paleorubro o porción macrocelular, es un fascículo de menor importancia en el hombre y gran desarrollo en los mamíferos inferiores. Los axones que descienden desde el neorubro predominan en la especie humana, éste último fascículo antes de alcanzar las astas motoras de la médula, se interrumpe varias veces en núcleos reticulares, homo y heterolaterales, oliva bulbar, etc.

Desde su origen en el núcleo rojo, las fibras de la vía rubroespinal, atraviesan el plano medio en la decusación tegmentaria ventral de Forel, que queda limitada a la región caudal del núcleo rojo, desciende por la calota peduncular por delante del entrecruzamiento de los pedúnculos cerebelosos superiores, atraviesan protuberancia y bulbo, para situarse en la médula, en la cara ántero externa del haz piramidal cruzado y terminar en las astas ventrales.

### **Haz córtico-hipotalámico espinal.**

El haz córtico hipotalámico espinal, descrito por Cicardo V, y García J. C., desciende en el tegmento mesencefálico, tiene a nivel de los tubérculos rostrales, una decusación incompleta del tipo quiasmático, hecho comprobado por experimentación. De importancia capital en la transmisión de impulsos nacidos en áreas prefrontales y en el hipotálamo, de estirpe neurovegetativa, termina en el asta intermedio lateral de la médula espinal, interviniendo en la regulación del tono vasomotor y por ende de la presión arterial.

Las respuestas presoras obtenidas por la excitación de las áreas motoras o premotoras de la corteza cerebral de los perros curarizados sin anestesia, son debidas a la excitación de la vía córtico hipotalámica, descrita por Cicardo V. H., y García, J. C., (1958), que alcanzando los núcleos posteriores del hipotálamo que constituye el primer "relay", se continúan por las nuevas neuronas a través del cerebro medio, puente, bulbo y médula, hasta alcanzar los núcleos simpáticos del asta intermedio lateral de la médula espinal, de donde emergen los nervios simpáticos que producen la vasoconstricción.

Los impulsos presores corticales son homolaterales hasta el nivel de los tubérculos cuadrigéminos superiores, poniéndose esto en evidencia durante la hemisección de esta vía, que no conduce los impulsos de su lado cortical, mientras que el lado opuesto indemne produce normalmente su acción vasopresora.

El hecho de que la respuesta presora persista con igual intensidad, durante la excitación cortical izquierda o derecha, después de las hemisecciones a nivel de los tubérculos cuadrigéminos inferiores del puente, del bulbo o de la médula cervical, indica que caudal a los tubérculos cuadrigéminos superiores, la vía presora es mitad directa y mitad cruzada. Además, la hipertensión arterial de origen cortical en estos animales con hemisecciones en los niveles indicados, presenta una intensidad aproximadamente la mitad de la obtenida antes de la sección.

A nivel de la médula cervical, esta vía presora córticoespinal se hallaría localizada en los cordones anterolaterales, como lo demuestra la sección de los funículos anteriores y posteriores y la sección dorsal de la médula, las cuales no impiden el aumento de la presión arterial.

Todas las hipertensiones neurógenas, serían la consecuencia de la liberación de catecoláminas por las terminaciones simpáticas, como se evidencia con el uso de simpaticolíticos, que neutralizan todas estas hipertensiones.

#### **Fascículo longitudinal dorsal.**

El fascículo longitudinal de Schutz, corre en plena substancia gris central por detrás de la cintilla longitudinal posterior. Sus fibras nacidas en células de núcleos hipotalámicos, sinaptizan en los núcleos vegetativos que encuentran en su trayecto, en los núcleos de la substancia gris, en los colliculi superiores, otras en los núcleos somatomotores del bulbo, protuberancia y en núcleos reticulares. Estas conexiones le dan importancia como mecanismo visceral, innervando músculos no esqueléticos y glándulas (salivales) llegando hasta la médula cervical.

### **FASCICULOS DE ASOCIACION**

En la calota se describen fascículos de asociación de fibras, cortas o medianas, que unen entre sí, distintos niveles del mesencéfalo y éste con la protuberancia y el bulbo.

Dejando de lado los fascículos reticulares para estudiarlo con el sistema reticular, describremos el fascículo longitudinal medial o cintilla longitudinal posterior (tractus longitudinales medialis).

#### **Fascículo longitudinal medial.**

Denominado también cintilla longitudinal posterior, se halla junto a la línea media en la parte ventrolateral de la substancia gris central. A los cortes transversales, los dos haces forman una V en cuya concavidad están ubicados los núcleos del nervio motor ocular común. Este haz de gran importancia se mieliniza precozmente en el hombre entre el sexto y séptimo mes de vida intrauterina. Presente en todos los vertebrados es uno de los más gruesos haces en los peces, anfibios y reptiles.

Constituido por fibras cortas y largas, ascendentes y descendentes, pueden seguirse hasta la médula sacra, corriendo por el cordón anterior. La cintilla parece concluir en la comisura blanca posterior, preferentemente en el núcleo de Darkschewitsch, punto superior que alcanzan sus fibras ascendentes.

Más que un fascículo podemos compararlo a una avenida de dos direcciones que forman fibras que vienen de la médula, del trigémino, de los núcleos vestibulares, del intersticial de Cajal, de los tubérculos cuadrigéminos cocleares, de los núcleos troncoencefálicos, para seguir caminos ascendentes, descendentes o ambos y sinaptizan con núcleos motores que mueven la cabeza y los ojos (cefalogiria y oculogiria).

Podemos resumir los estímulos que conduce este fascículo en tres componentes:

- a) componente vestibular.
- b) componente internuclear.
- c) componente extrapiramidal.

a) Este componente está formado por fibras nacidas en los núcleos medial, inferior y lateral del vestibular, las que luego de una parcial decusación en la línea media, ascienden hacia el núcleo del VI par o desciende a las astas motoras de la médula cervical.

Fibras originadas en el núcleo superior del vestibular, ascienden homolateral hasta los núcleos del IV y III par.

Otras fibras de este componente vestibular, alcanzan el núcleo de Darkschewitsch homolateral y posiblemente el contralateral a través de la comisura posterior.

b) Este componente está constituido por fibras cortas que interconectan los núcleos motores del tronco encefálico, permitiendo funciones como por ejemplo, el abrir y cerrar los párpados del VII y IV par.

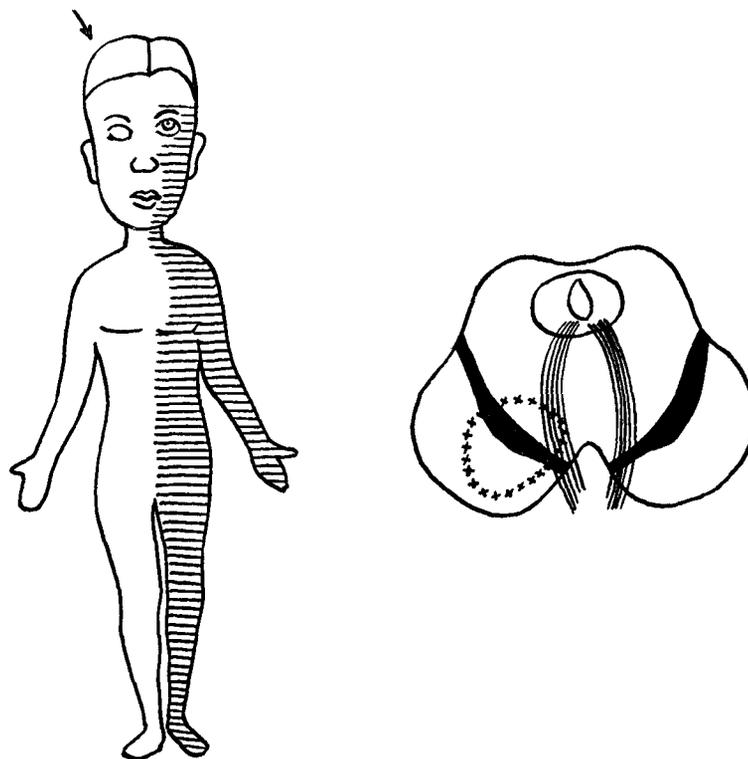
c) Este componente descarga estímulos extrapiramidales a través del núcleo de Darkschewitsch y el núcleo intersticial.

### **CORRELACION ANATOMO - CLINICA**

Uno de los síndromes mejor estudiados, resultado de una lesión de la parte basal del mesencéfalo a nivel de los tubérculos cuadrigéminos superiores, es el denominado síndrome de Weber, el cual puede ser uni o bilateral.

La lesión incluye en el caso del ejemplo el haz piramidal, (corticoespinal), el haz frontopontino, fibras aberrantes del haz

piramidal y las fibras del nervio motor ocular común, todos del lado derecho (Fig. 16).



**Fig. N° 16.**  
**Síndrome de Weber o hemiplejía. alterna superior. La flecha señala el lado de la lesión. En rayas la hemiplejía cruzada. En cruces se enmarca la lesión, afectando el tercer par y el pie peduncular.**

La destrucción del haz córticoespinal derecho produce en nuestro paciente, una hemiplejía del lado opuesto a la lesión, es decir, izquierda, ya que este haz cruzará la línea media a nivel bulbar en un 70 a 90% de sus fibras; hay además parálisis facial izquierda.

La lesión del haz córticopontico no dá signos clínicos por causa de la parálisis existente; si se lesiona él únicamente, por ejemplo en la corteza frontal, existe ataxia.

La lesión del nervio motor ocular común, produce en el ojo derecho, parálisis en los músculos por él inervados:

<b>Músculos del ojo:</b>	<b>Signos:</b>
Elevador del párpado superior	caída del párpado superior.
Recto superior	
Recto interno	desviación del ojo hacia afuera.
Recto inferior	
Oblicuo inferior	
Iris (reflejo a la luz)	Pupila fija.
Ciliar (reflejo a la acomodación)	Pérdida de la acomodación.

### **Síndrome de Weber o hemiplejía alterna superior.**

- 1) hemiplejía de la cara y miembros, del lado opuesto a la lesión (hemiplejía cruzada).
- 2) parálisis del III par del lado de la lesión a nivel de sus fibras radicales, al atravesar el pie peduncular lesionado. Se manifiesta en el paciente por los signos; ojo desviado hacia abajo y afuera, ptosis palpebral y midriasis.

La lesión ocurrida a nivel del pie peduncular afecta la vía piramidal y a la fibras radicales del nervio motor ocular común, situados por dentro de este fascículo descendente .

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- AITKEN, J. T.: Human Anatomy. Livingstone, Ltd. London. (1956).
- BAILEY, P. and E. W. DAVIS.: Effects of lesions of the periaqueductal gray matter in the cat. Proc. Soc. Exp. Biol. 305. (N. Y.) 1949
- BECK, E.: The origin, course and termination of the prefronto-pontine tract in the human brain. Brain. (1950).
- BROCK, S.: The basis of clinical neurology. Williams and Wilkins. Baltimore. (1953).
- BRODAL, A. and WALBERG, F.: Anatomical studies of some corticofugal connections to the brain stem. J. Comp. Neurol. 114. (1960).
- BARGIA GOYANES y MONCAYO MARQUEZ.: La Nómina Anatómica de París. Valencia. España. (1961).
- CARPENTER M.: The Dorsal Trigeminal Tract in the Rhesus Monkey. J. Anat. (London) 91: 82 (1957).
- CICARDO V. y GARCIA, J. C.: La vía Córtico Hipotalámico de la Hipertensión Arterial. (Universidad del Zulia, Tomo II, Maracaibo). 1958.
- CICARDO V. y GARCIA, J. C.: La Vía Córtico Espinal. (Universidad del Zulia, Tomo IV, Maracaibo) 1958.

- CICARDO, V. H.: Arch. Internat. Pharmacodyn. et Therap. 83: 174. (1950).
- CICARDO, V. H.: Rev. Soc. Argent. Biol. 29, 118, 272. (1953).
- CIRIO, J. J.: Anatomía Funcional de las Vías de Conducción de la Energía Nerviosa. Ed. El Ateneo, Buenos Aires. (1947).
- CROSBY, E. HUMPHREY, T. and LAUER, E.: Correlative Anatomy of the Nervous System. The Mac Millan Co. N.Y. (1962).
- CUNNINGHAM, D. S.: Anatomía Humana. Ed. M. Marín. Barcelona. (1949).
- DELMAS J., DELMAS A.: Voies et Centres Nerveux. Ed. Masson Paris (1949).
- DASSEN, R. FUSTINONI O.: Sistema Nervioso. pp. 165. El Ateneo. Buenos Aires. (1941).
- DELLEPIANE, L.: El Encéfalo. López. Buenos Aires. (1952).
- DUSSER DE BARENNE, J. G., KLEINKNECH, F.: Biol. 82: 13 (1924).
- FOLKOW, B.; Uvnäs, B.: Acta Physiol. Scand. 16: 22. (1948).
- GALLI, E.: Planimetría. El Ateneo. Buenos Aires. (1954).
- GARCIA, J. C.: Impregnación Argéntica Según Bielchowsky. Revista Universidad del Zulia N° 9. (1964).
- GARCIA, J. C.: Método de Weigert. Investigación Clínica 7: 67. (1964).
- GARCIA, J. C.: La Médula Espinal. Investigación Clínica. 10: 55. (1964).
- GARCIA J. C.: Sistema Nervioso Central. Ontogenia. Rev. de la Universidad del Zulia. 27: 7 (1964).
- GARCIA, J. C.: Neuroanatomía. (Redacte su texto. Cuestionario). Universidad del Zulia. (1964).
- GARCIA, J. C.: Núcleos de los Nervios Craneales y Bulbo Raquídeo. Rev. Investigación Clínica. 11: 63 (1964).
- GARCIA J. C.; RIOS MORALES, E.: Nuestra Experiencia con la Coloración de Nissl. ASOVAC XV Convención. Caracas (1965).
- GARCIA, J. C.: La Protuberancia Anular. Investigación Clínica 12: 53 (1965).
- GRAY, H.: Anatomía Humana. Tomo II, Emece, Buenos Aires. (1949).
- GREEN, H. D.; HOF, E. C.: Amer. J. Physiol. 118: 641 (1937).
- HAUSMAN, L.: Clinical Neuroanatomy. Cornell University Medical College. (1954).
- HOLTZ, P.: Acta Neurovegetativa, 2, 276. (1952).
- HOUSE L. and PANSKY B.: Neuroanatomía. Ed. López, Buenos Aires. (1962).
- JAKOB, Ch.: Folia Neuro-Biológica. López. Buenos Aires. (1941).
- KUYPENS, H. G.: Some projections from the peri-central cortex to the pons and lower brain stem in monkey and chimpanzee. J. Comp. Neurol. 110. (1958).
- LANGMAN, J.: Embriología Médica. Ed. Interamericana. México. (1964).
- MAGOUN, H. W.: Res. Publ. Ass. Nerv. Ment. Dis. 20: 270. (1940).
- MAGOUN, H. W.: Descending connections from the hypothalamus. Res. Pub. Ass. Nerv. Men. Dis. 270: 285 (1940).
- MIRKIM, B. L. BONNICASTLE, D. D.: Amer. J. Physiol. 178: 529 (1954).
- ORTS LLORCA, F.: Anatomía Humana. Tomo II. Madrid. (1964).
- PAPEZ, J. W.: Comparative Neurology. Hafner Published. N. Y. (1929).
- PROVENZANO, S.: Anatomía Funcional del Sistema Nervioso. Ed. Vázquez. Buenos Aires. (1947).
- PROVENZANO, S.: Nómima Anatómica. El Ateneo. Buenos Aires. (1951).

RANSON - CLARK.: The Anatomy of the Nervous System. Ed. Saunders. London.  
SCHEIBEL, M. E. and SCHEIBEL, A. B.: The inferior olive. A Golgi study. J. Comp. Neurol. 102: 77 (1955).  
TESTUT I. y LATARJET.: Tratado de Anatomía Humana. Salvat. Madrid. (1959).

---

Cultivemos la ciencia por sí misma, sin considerar por el momento las aplicaciones. Estas llegan siempre, a veces tardan años, a veces siglos. Poco importa que una verdad científica sea aprovechada por nuestros hijos o por nuestros nietos. Medrada andaría la causa del progreso si Galvani, si Volta, si Faraday, si Hertz, descubridores de los hechos fundamentales de la ciencia de la electricidad hubieran menospreciado sus hallazgos por carecer entonces de aplicación industrial.

**S. RAMON Y CAJAL**  
Los Tónicos de la Voluntad