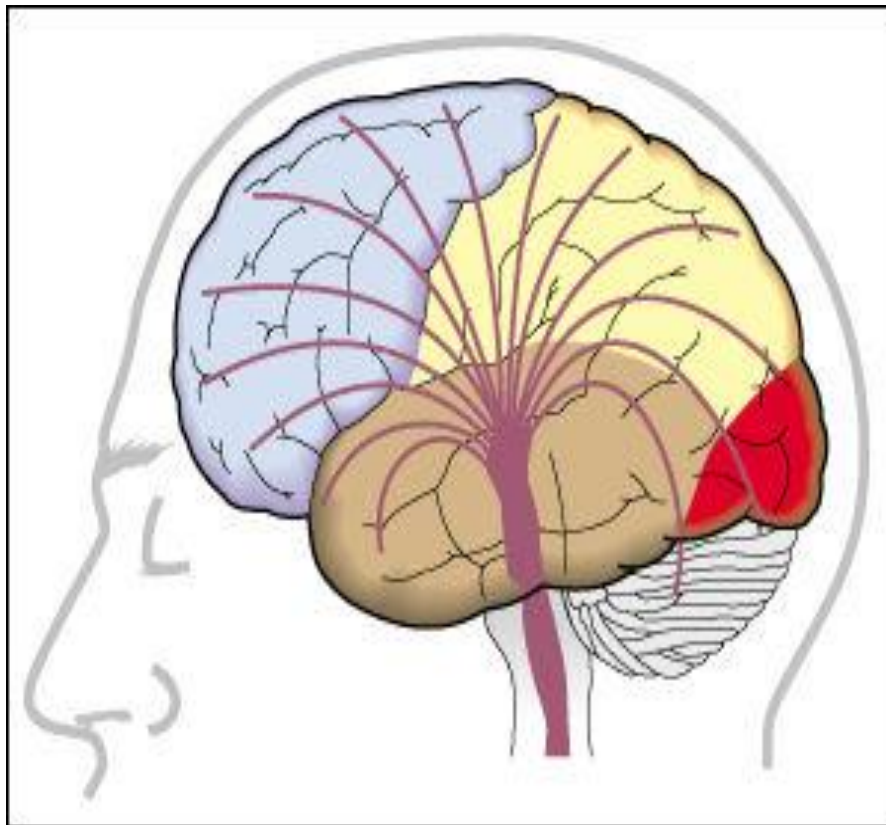


Formación Reticular y Fibras de Asociación del Tronco Encefálico

Fernando Martín Ferraro, Marcelo Acuña



LABORATORIO DE NEUROANATOMIA

FACULTAD DE MEDICINA, UBA.

FORMACIÓN RETICULAR

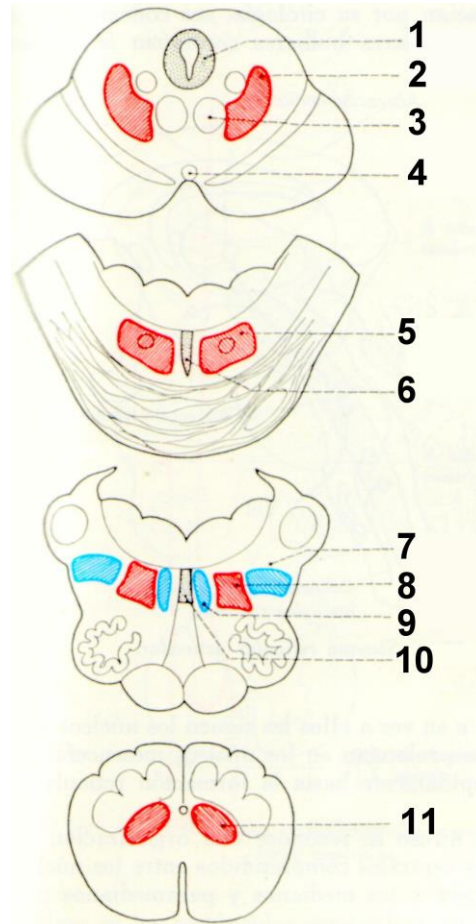
La formación reticular (FR) es un conjunto de núcleos y fibras nerviosas que ocupa el tegmento o calota del tronco encefálico, entre los núcleos de los nervios craneales y las vías nerviosas ascendentes y descendentes. Representa una expansión del sistema de interneuronas espinal y su principal vía es el fascículo central de la calota. Se puede afirmar que, con excepción de los orígenes de los nervios craneales o de aquellos que son sectores de relevo de las vías ascendentes o descendentes, todos los núcleos del tronco pertenecen a la formación reticular.

Inicialmente, se aceptaba que era un sistema activador difuso, que regulaba el estado de alerta. Este concepto surgió a partir de trabajos realizados por Moruzzi y Magoun en la década de 1940, donde trabajando con animales anestesiados se estimulaba la FR y se apreciaba que la actividad eléctrica del electroencefalograma pasaba del estado de sueño al de vigilia. Posteriormente, se observó que no era una estructura difusa sino que, por el contrario, era todo un sistema que constaba de grupos de neuronas bien definidos desde el punto de vista morfológico y bioquímico.

Fisiológicamente puede ser considerado como un sistema polisináptico multineuronal, con axones que discurren en forma transversal y longitudinal, que no transmite mensajes particulares (sensitivos, motores o autonómicos) y que recibe señales y las asocia en una información general difusa que proporciona al resto del sistema nervioso central (SNC).

Los grupos nucleares, según su ubicación se clasifican en:

1. Centrales con un área lateral y otra mediana
2. Laterales y paramedianos
3. Medianos



Núcleos

1. Formación gris central.
2. Núcleo reticular mesencefálico.
3. Núcleo rojo.
4. Núcleo interpeduncular.
5. Núcleo pónico caudal u oral.
6. Núcleo del rafe.
7. Núcleo lateral.
8. Núcleo gigantocelular.
9. N. paramediano.
10. Núcleo del rafe.
11. Núcleo reticular ventral.

1. Núcleos Centrales

Estos núcleos ocupan la calota del tronco encefálico. Pueden ser subdivididos en:

- núcleo ventral (bulbo inferior)
- núcleo gigantocelular (bulbo superior)
- núcleos pónicos caudal y oral
- núcleo mesencefálico.

El área lateral de estos núcleos representa un conjunto de dendritas transversales que establecen relación con el lemnisco medial, el núcleo del nervio trigémino (V par), el fascículo solitario y los núcleos del nervio facial (VII par).

Ésta área está asociada al componente sensitivo de la medula y el tronco.

El área mediana de los núcleos está articulada con la parte sensorial. Allí está el origen de:

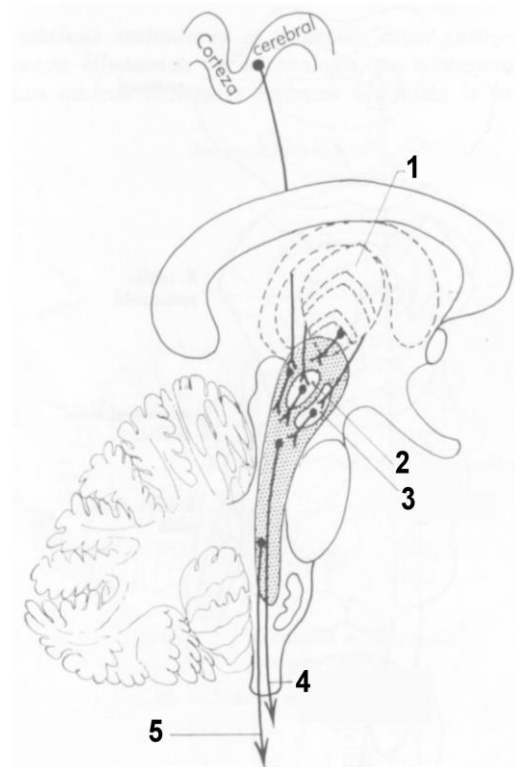
- 1- las fibras ascendentes que se dirigen hacia mesencéfalo, tálamo, hipotálamo y corteza. Corresponde a un sistema inespecífico transmisor de señales difusas que determinan reflejos en el tronco (deglución, vómito), por sus conexiones con los núcleos de los nervios craneales, o bien activan centros superiores talámicos, hipotalámicos y corticales, poniéndolos en estado de alerta.
- 2- fibras descendentes, que son los fascículos reticuloespinales.

Los núcleos centrales mesencefálico y protuberanciales discurren lateral al fascículo reticuloespinal medial, el cual está relacionado con movimientos de extensión de los miembros superiores e inferiores. Estos núcleos facilitan reflejos espinales.

En general, estos núcleos centrales, a través del fascículo reticuloespinal lateral, se relacionan con la inhibición de músculos de la nuca y el dorso, de los

músculos extensores y con la estimulación de músculos flexores. Están sometidos a la influencia de la corteza cerebral (motora y del cíngulo) y núcleos estriados por medio de fibras corticoreticulares y estrioreticulares.

Los núcleos, al poner en marcha el estado de vigila de la corteza cerebral, hace que esta estimule a los centros reticulares efectores.

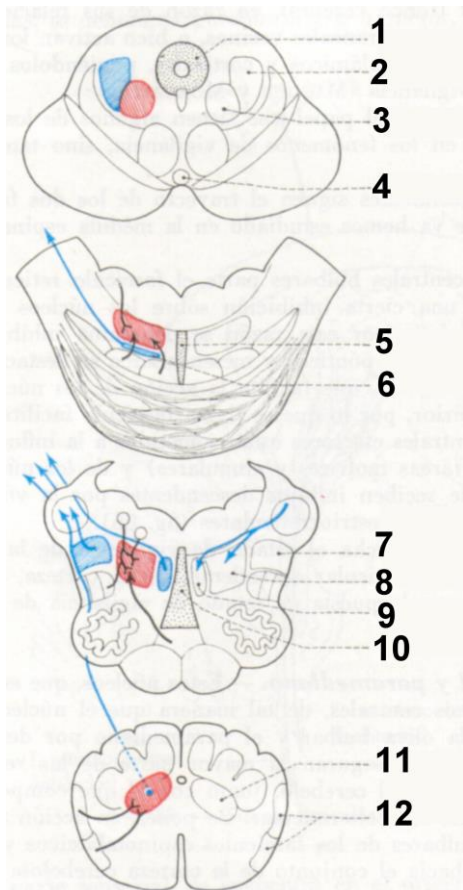


Fascículos reticuloespinales

1. Núcleo lenticular.
2. Núcleo rojo.
3. Sustancia nigra.
4. Fascículo reticuloespinal lateral (facilitador).
5. Fascículo reticuloespinal medial (inhibidor).

2. Núcleos laterales y paramedianos

Estos núcleos se relacionan con las funciones del cerebelo. Forman parte del circuito retículo-cerebelo-reticular donde, fibras de la formación reticular que acompañan al fascículo espinotalámico se proyectan hacia la corteza cerebelosa. Las fibras provenientes del núcleo paramediano se dirigen al vermis del lóbulo anterior, mientras que las provenientes del núcleo lateral terminan en el vermis, el hemisferio y lóbulo floculo nodular del mismo lado. Desde el cerebelo, este grupo de fibras se reflejan hacia los núcleos paramedianos y laterales nuevamente, estableciéndose el circuito antes mencionado. Los núcleos y sus fibras intervienen en la coordinación de los reflejos y el tono muscular.



Conexiones de los núcleos de la FR

- 1- Formación gris central.
- 2- Núcleo reticular mesencefálico.
- 3- Núcleo dorsal de la calota.
- 4- Núcleo interpeduncular.
- 5- Núcleo del rafe.
- 6- Núcleos pónicos.
- 7- Núcleo lateral.
- 8- Núcleo gigantocelular.
- 9- Núcleo paramediano.
- 10- Núcleo del rafe.
- 11- Núcleo reticular ventral.
- 12- Tractos espinocerebelosos.

3. Núcleos medianos

Están representados por los núcleos del rafe del bulbo y la protuberancia, la formación gris que rodea al acueducto mesencefálico y el núcleo dorsal de la calota [de Gudden].

Estos grupos celulares reciben aferencias del hipotálamo y el rinencéfalo por el fascículo basal y se asocian a los núcleos autonómicos del tronco.

Anatomía funcional de la Formación Reticular

Fisiológicamente es un conjunto de neuronas y axones que se encargan de asociar y combinar la información procedente del exterior e interior del sistema nervioso.

Desde ese punto de vista, la formación reticular participa en:

- a. La coordinación del funcionamiento de los núcleos de los nervios craneales

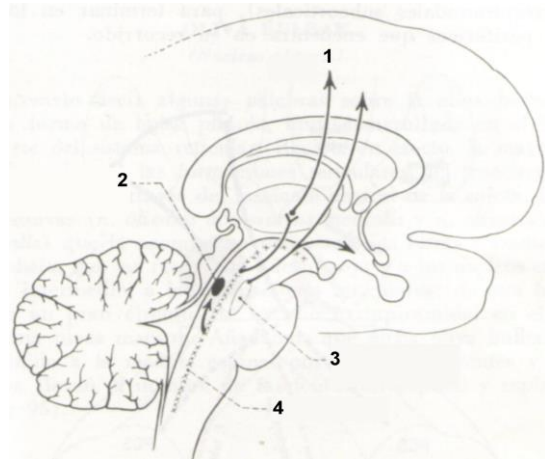
- (masticación, deglución, respiración, etc).
- Estimula centros superiores, los cuales en respuesta ejercen un control inhibitorio o facilitador sobre los núcleos centrales de esta formación.
 - Las funciones cerebelosas. Mediante sus proyecciones al paleocerebelo participa en la coordinación de reflejos y tono muscular.
 - Asociación entre hipotálamo y tronco encefálico.
 - Envía señales de alerta a los centros sensitivos, establece relaciones entre los centros autonómicos y a los que regulan la actividad de centros motores vecinos o subyacentes.
 - Regulan la información sobre la percepción del dolor (modifica la información que llega al asta posterior de la medula).

Formación reticular, vigilia y sueño

El sueño es un proceso activo, heterogéneo y rítmico, que presenta distintas fases relacionadas con el trazado del electroencefalograma:

- Fases 1 a 4:** o de sueño lento, en estos períodos hay un enlentecimiento progresivo de ondas cerebrales.
- Fase 5:** llamada sueño paradójico o sueño REM (abreviatura del inglés que significa movimientos oculares rápidos), donde la actividad eléctrica cerebral es semejante a la que existe en vigilia. Se acompaña, entre otras cosas, de pérdida del tono muscular (excepto el diafragma, músculos oculares y oído medio), signos

vegetativos (aumento de frecuencia cardíaca y presión arterial) y tendencia a la poiquilothermia y movimientos oculares.



Fundamento anatomo-fisiológico

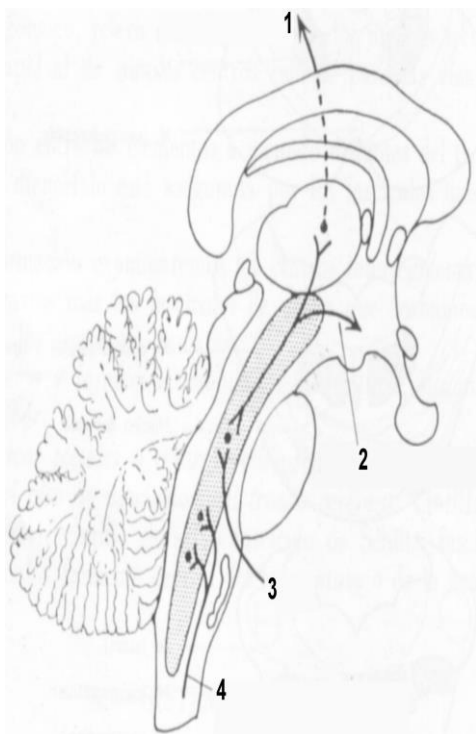
- Locus coeruleus (sueño REM o paradójico).
- Alerta cortical.
- Núcleos pontinos (sueño no REM o lento).
- Núcleos del rafe.

Fundamento anatomo-fisiológico

El sistema de activación ascendente presenta dos ramas principales en la unión del mesencéfalo y el diencefalo. Una vía talámica, que activa y regula núcleos talámicos e intralaminares. La otra vía pasa a través del hipotálamo y recibe fibras procedentes de grupos celulares hipotalámicos y prosencefálicos basales. Ambas vías luego se proyectan a la corteza cerebral.

Los estímulos sensoriales son capaces de determinar un efecto activador que

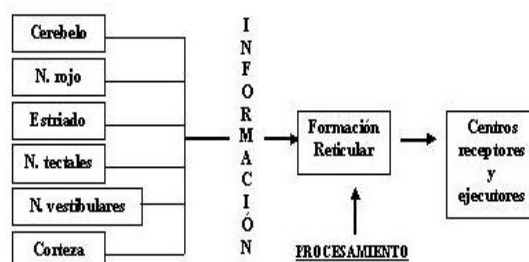
alcanza la corteza cerebral por medio de la formación reticular diencefálica y ocasiona el despertar. La función de este conjunto de fibras ascendentes sería producir en las neuronas un estado especial de actividad, que las hace más sensibles para recibir los impulsos que les llegan mediante las vías propioceptiva consciente y exteroceptiva.



Activación diencefálica y cortical

1. Activación cortical.
2. Activación hipotalámica.
3. VIII par.
4. Colaterales de los grandes fascículos sensitivos.

Se acepta que la disminución o pérdida de la conciencia que se produce después de un traumatismo craneal se debe más a la lesión de la formación reticular que a la lesión cerebral propiamente dicha.



FIBRAS DE ASOCIACIÓN DEL TRONCO ENCEFÁLICO

La función esencial de estas fibras es relacionar los núcleos del tronco encefálico que tienen que actuar de modo sinérgico, o de transmitir señales entre ellos. Estas fibras constituyen fascículos nerviosos y se denominan:

1. Cintilla longitudinal posterior.
2. Fascículo longitudinal posterior.
3. Fascículo mamilotegmental.
4. Fascículo central de la calota.
5. Fascículo longitudinal medial.

1. Cintilla longitudinal posterior

Formada por un conjunto de fibras ascendentes y descendentes dispuestas a ambos lados de la línea media. Transmiten impulsos nerviosos de diversa procedencia hacia núcleos de los músculos oculomotores y las neuronas espinales que inervan los músculos de la nuca, relacionados con los movimientos oculocefalógiros.

La cintilla discurre por la cara ventral del acueducto mesencefálico y luego por el

piso del IV ventrículo hasta alcanzar el cordón anterior de la medula.

En su constitución se hallan fibras de distinto origen, tales como:

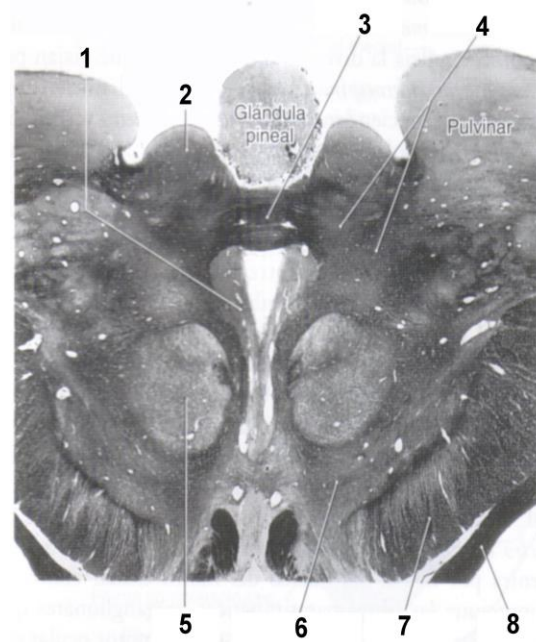
- Fibras del núcleo de la comisura posterior [de Darkschewitsch] e intersticial [de Cajal]. El primero de ellos se dispone dorsal y lateral respecto a la columna de células motoras somáticas del nervio oculomotor, mientras que el segundo se localiza en posición rostral respecto del núcleo visceral del III par [de Edinger-Westphal]. Estas fibras aportan señales del núcleo estriado y la formación reticular.
- Fibras internucleares. Relacionan los núcleos de los pares craneales III, IV, VI y XI. A las fibras que conectan los núcleos de III y VI se las ha denominado “fascículo intercalar”.
- Fibras vestibulares homo y contralaterales que conectan los centros del equilibrio con los centros motores de los músculos extraoculares. Originadas en los núcleos vestibulares del tronco, estas fibras se dividen en ascendentes y descendentes.

Los núcleos vestibulares superior y medial envían fibras a través del fascículo longitudinal medial, rostralmente hacia los centros oculomotores y, caudalmente hacia la médula espinal. Estas fibras intervienen, sobre todo, en los reflejos que controlan la mirada.

El núcleo vestibular lateral (de Deiters) proyecta sus axones a través del fascículo vestibuloespinal lateral e interviene en reflejos posturales, facilitando el tono de los músculos extensores.

El núcleo inferior se proyecta al cerebelo y la formación reticular, así como a los núcleos vestibulares contralaterales y la médula espinal. Actúa en la integración de señales vestibulares y motoras.

- Fibras de los núcleos del techo mesencefálico y del VII par.



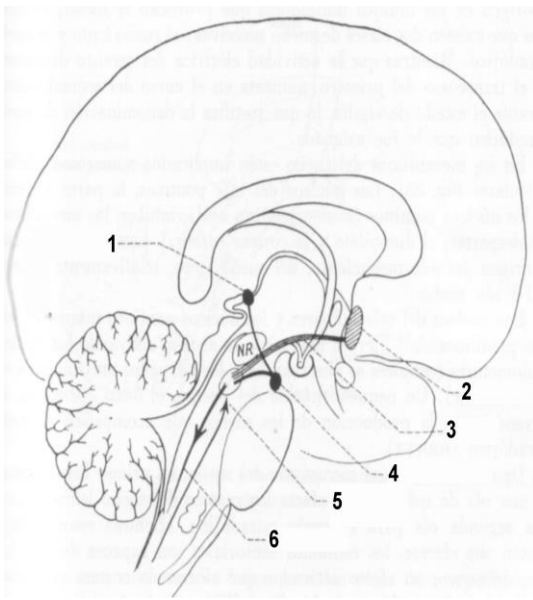
Corte mesencefálico

1. Núcleo de la comisura posterior [de Darkschewitsch].
2. Tubérculo cuadrigémino superior.
3. Glándula pineal.
4. Comisura posterior.
5. Núcleos preteectales.
6. Núcleo rojo.
7. Área y núcleos tegmentales anteriores.
8. Pie del pedúnculo cerebral.
9. Cintilla óptica.

2. Fascículo longitudinal posterior [de Schutz]

Las fibras tienen origen en los núcleos hipotalámicos posteriores. Se ubican primero por fuera y luego dorsal a la cintilla longitudinal posterior, terminando finalmente en los núcleos de los nervios intermedio [de Wrisberg] (VII), IX y X. A través de estas fibras se realiza el control autonómico del tronco.

Este fascículo también envía proyecciones a la médula, y sería el encargado de transmitir señales desde el hipotálamo hacia el centro cilioespinal de Budge (origen de la neurona preganglionar de la vía iridodilatadora, ubicado en el asta intermediolateral de los primeros segmentos tórácicos de la médula).



Fascículo longitudinal posterior [de Schutz]

1. Núcleo de la habénula.
2. Área septal.
3. Fascículo basal.
4. Núcleo interpeduncular.
5. Núcleo dorsal de la calota.
6. Fascículo longitudinal dorsal.

3. Fascículo mamilotegmental [de Gudden]

El fascículo mamilar nace en los tubérculos homónimos. Se subdivide en un fascículo mamilotalámico [de Vicq d'Azir] que se proyecta a los núcleos talámicos anteriores y un fascículo mamilotegmental [de Gudden] que terminan en la calota mesencefálica. Se establece de esta manera un circuito de regulación entre formación reticular mesencefálica e hipotálamo.

4. Fascículo central de la calota

Es el principal haz de la formación reticular, contiene fibras ascendentes y descendentes yuxtapuestas, y su función es activar las formaciones cerebrales suprayacentes.

Las fibras ascendentes se dirigen hacia el diencéfalo y se esparcen en la formación reticular talámica, estimulando el hipotálamo y la corteza cerebral. Es un fascículo activador por excelencia.

Las fibras descendentes se extienden desde los núcleos lenticular, caudado, rojo, de la formación reticular y terminan en la oliva bulbar. Ésta, a su vez, envía eferencias al cerebelo contralateral (paleo y neocerebelo) a través del pedúnculo cerebeloso inferior que se proyectan al tálamo y el núcleo rojo.

5. Fascículo longitudinal medial [medio]

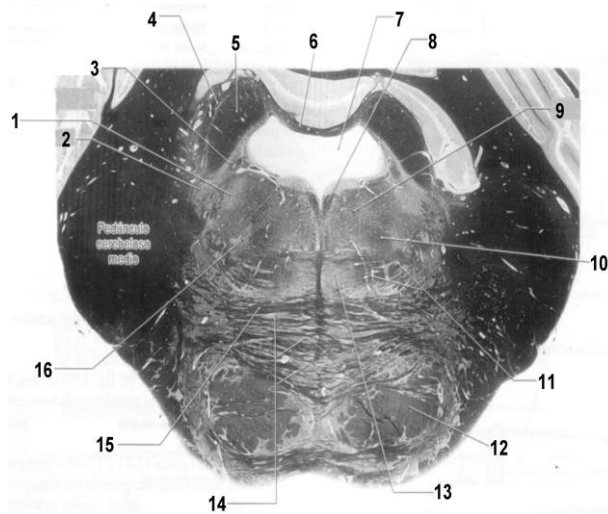
Corresponde a un conjunto de fibras ascendentes y descendentes ubicadas inmediatamente ventral al acueducto mesencefálico, el cuarto ventrículo y cavidad centromedular.

Las fibras descendentes se originan principalmente del núcleo vestibular medial, aunque también provienen de

otros sectores como el tubérculo cuadrigémino superior. Las fibras ascendentes se originan en los núcleos vestibulares y se proyectan fundamentalmente a los núcleos de los músculos extraoculares.

Integran las funciones del nervio abducens y el nervio motor ocular común, interviniendo en los movimientos oculares horizontales.

En las lesiones de este fascículo (oftalmoplejía internuclear) se produce una imposibilidad en la aducción homolateral a la lesión y nistagmo en abducción del ojo opuesto, con preservación de la convergencia.



Corte protuberancial

1. Núcleo motor.
2. Núcleo sensitivo principal.
3. Haz mesencefálico y su núcleo.
4. Fibras espinocerebelosas anteriores.
5. Pedúnculo cerebeloso superior.
6. Velo medular superior.
7. Cuarto ventrículo.
8. Fascículo longitudinal medial.
9. Formación reticular.
10. Haz central de la calota.
11. Lemnisco medial y cuerpo trapezoide.
12. Fibras corticoespinales.
13. Núcleo reticulotegmentario.
14. Núcleos pontinos.
15. Fibras pontocerebelosas.
16. Complejo olivar superior.

Bibliografía

- Cardinali DP. Manual de Neurofisiología, 9° ed. Buenos Aires, 2005.
- Carpenter M.B. Neuroanatomía Humana, 5° ed. Buenos Aires, El Ateneo, 1978.
- Dellepiane L, Segers A, Dellepiane G. Cortes del Encéfalo y Vías de conducción Nerviosa. 4° ed. Buenos Aires, López Libreros Editores, 1971.
- Delmas A. Vías y Centros Nervioso. Introducción a la Neurología, 7° ed. Barcelona, Toray-Masson, 1979.
- Kandel ER, Schwartz JH, Jessell, TM. Principles of Neural Science. 3°ed. Nueva York, Elsevier, 1991.