

Anatomía radiológica

ANATOMÍA DE LOS PARES CRANEALES POR RESONANCIA MAGNÉTICA

CRANIAL NERVES ANATOMY IN MAGNETIC RESONANCE

Sergio Andrés Velásquez Castaño ¹, Martha Vargas ¹, David F. Juan-Sierra ², Luisa Leal ³, Juan Andrés Mora ⁴, Carolina Tramontini Jens ⁴

¹ Médico Residente, Fundación Universitaria Sanitas, Clínica Universitaria Colombia, Bogotá, Colombia

² Médico Interno, Pontificia Universidad Javeriana, Clínica Universitaria Colombia, Bogotá, Colombia

³ Médico Residente, Fundación Universitaria Ciencias de la Salud, Clínica Universitaria Colombia, Bogotá, Colombia

⁴ Médico Radiólogo, Fundación Universitaria Sanitas, Clínica Universitaria Colombia, Bogotá, Colombia

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la Resonancia Magnética (RM) permite evaluar gran parte de la anatomía de los doce pares craneales. Las secuencias empleadas tradicionalmente permiten evaluar los más grandes; sin embargo, los avances en los equipos y el desarrollo de la secuencia steady-state free precession (SSFP) proveen una mejor resolución espacial, submilimétrica y de alta resolución de contraste entre el líquido cefalorraquídeo (LCR) y las estructuras sólidas, que permiten una adecuada evaluación de sus segmentos cisternas y canaliculares con gran detalle anatómico. El objetivo de esta revisión es ilustrar y describir la anatomía normal de los pares craneales en la RM de manera práctica para el uso de los clínicos y radiólogos.

La tabla 1 resume el nombre de todos los pares craneales con su origen aparente como guía para buscarlos en la RM.

TABLA 1. PARES CRANEALES Y SU ORIGEN

PAR CRANEAL	ORIGEN APARENTE
I. Olfatorio	Bulbo olfatorio
II. Óptico	Globo ocular
III. Motor ocular común	Mesencéfalo cara anterior, surco interpeduncular
IV. Troclear	Mesencéfalo cara posterior
V. Trigémino	Cara anterolateral del puente, entre el puente y el pedúnculo cerebeloso medio

Recibido: 1 de junio de 2018

Aceptado: 10 de junio de 2018

Correspondencia: ctramontinij@gmail.com

DOI: 10.26852/01234250.4

VI.	Abducens	
VII.	Facial	Surco pontobulbar
VIII.	Auditivo	
IX.	Glosofaríngeo	
X.	Vago	Bulbo raquídeo surco postolivar
XI.	Accesorio craneal ¹	
XII.	Hipogloso	Bulbo raquídeo surco preolivar

¹ Las raíces medulares del nervio accesorio emergen de C1 a C6.

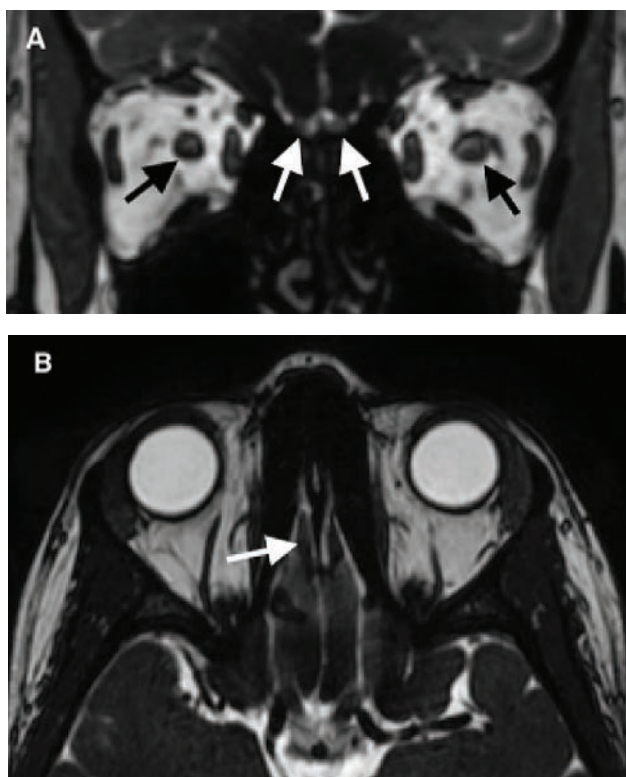
PRIMER PAR CRANEAL: OLFATORIO

Es el único nervio sensorial que no tiene una conexión precortical con el tálamo (3). Las neuronas receptoras residen en la mucosa olfatoria localizada en el techo de la cavidad nasal y los axones de estas neuronas bipolares se extienden a través de la lámina cribosa del etmoides y terminan en el bulbo olfatorio (1). Dicho de otra manera, las primeras neuronas nacen en la mucosa, hacen sinapsis con las segundas neuronas en el bulbo olfatorio y continúan por el tracto olfatorio para dirigirse hacia posterior a través de la fosa craneal anterior en el surco olfatorio (2). Posterior a este surco, los segmentos cisternales del nervio transcurren por debajo del giro recto y del giro orbital medial (1), para finalizar de manera adyacente a la sustancia perforada anterior en tres estrías olfatorias; la medial, la intermedia y la lateral. La evaluación imagenológica se debe hacer en los cortes axiales y coronales de forma complementaria anotando que la interpretación del corte coronal es más fácil y confiable debido a que los nervios se observan cortados perpendicularmente y evita confundirlo con el giro recto, durante su trayecto en el surco olfatorio (1).

SEGUNDO PAR CRANEAL: ÓPTICO

Es el responsable de la visión y del componente aferente del reflejo pupilar fotomotor (3). El nervio óptico tiene 4 segmentos que pueden ser valorados por RM: intraocular, orbitario, canalicular y cisternal. El intraocular abandona el globo ocular a través de la lámina cribosa de la esclera, el segmento orbitario se extiende poste-

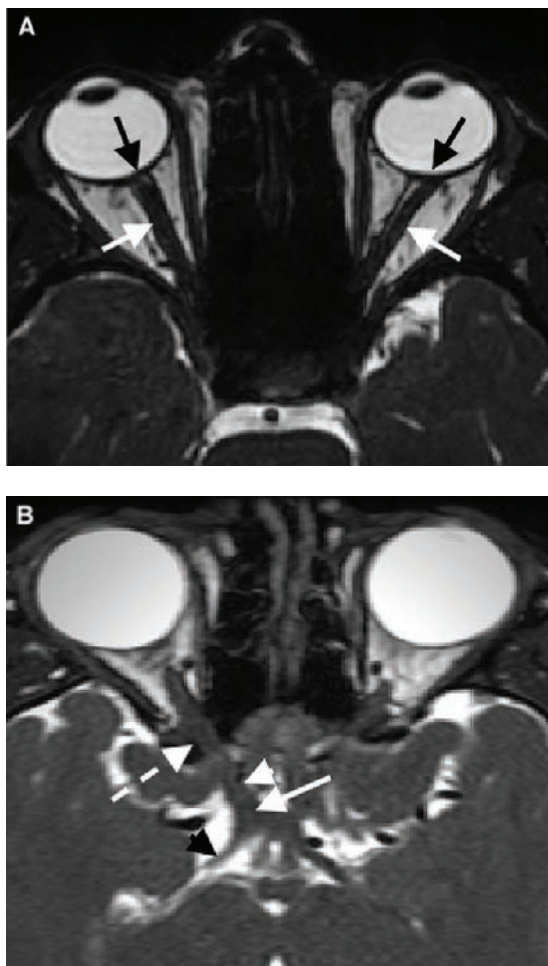
FIGURA 1. Representación coronal (A) y axial (B) del nervio olfatorio en su segmento cisternal (flechas blancas). También se observa el Segundo par craneal (flecha negra) en su porción intraorbitaria.



riormente a través de la órbita rodeado por duramadre y LCR. En el espacio intraconal, el cual comprende desde el globo ocular hasta el vértice de la órbita, el nervio óptico se encuentra rodeado por grasa intraorbitaria, razón por la cual se evalúa mejor en secuencias T2 con saturación grasa (1,3). Su segmento intracanalicular tiene recorrido a través del canal óptico, característicamente

discurriendo por debajo de la arteria oftálmica (1). Al pasar a la cisterna supraselar adquiere el nombre de segmento cisternal en donde tiene relación anatómica con la arteria cerebral anterior que pasa lateral al mismo (3). Finalmente, el nervio óptico termina formando el quiasma, donde se decusan la mayoría de las fibras nasales y siguen sin decusar las fibras temporales. Del quiasma emergen los tractos ópticos, siguiendo su trayecto lateral a los pedúnculos cerebrales para finalizar en los cuerpos geniculados laterales del tálamo (2). Por último, de estos cuerpos surgen las radiaciones ópticas con dirección hacia la corteza visual primaria localizada en la región calcarina de los lóbulos occipitales (2).

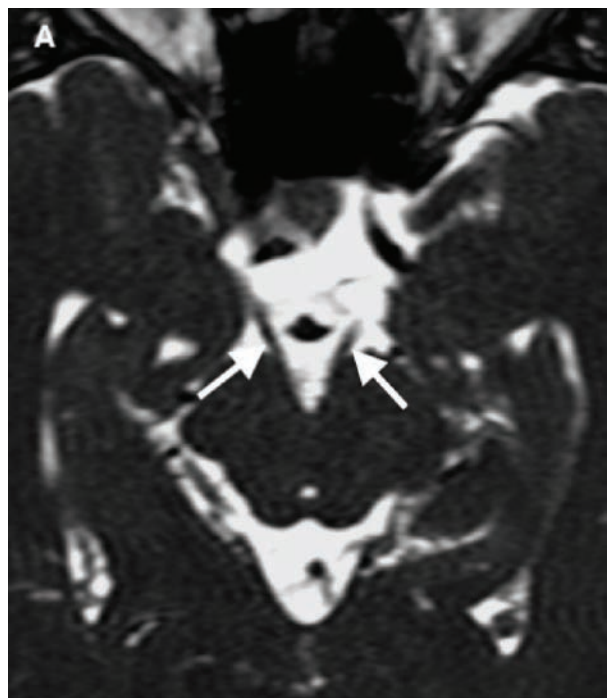
FIGURA 2 A y B. Representaciones axiales del nervio óptico en su segmentos intraocular (flecha negra), intraorbitario (flecha blanca), intracanalicular (flecha blanca punteada), cisternal (cabeza de flecha blanca), quiasmático (flecha blanca larga) y el inicio de las radiaciones ópticas (cabeza de flecha negra).



TERCER PAR CRANEAL: OCULOMOTOR O MOTOR OCULAR COMÚN

Se origina en el mesencéfalo, profundo a los colículos superiores, anterior a la materia gris periacueductal, dorsal al fascículo longitudinal medial e inferior a glándula pineal (1,2). Es fácilmente identificable en las imágenes axiales cuando emerge a la cisterna interpeduncular como segmento cisternal (1) (Figura 3A). En su trayecto pasa por la cisterna prepontina entre dos estructuras vasculares que son útiles reparos anatómicos: la arteria cerebral posterior por encima y la arteria cerebelosa superior (ACS) por debajo (Figura 3B). Ingresa a la pared lateral del seno cavernosos (segmento cavernoso) ubicándose como el nervio más superior dentro del mismo y termina su trayecto entrando a la órbita por la fisura orbitaria superior dentro del anillo de Zinn para dividirse en una porción superior y otra inferior, las cuales transcurren laterales al segundo par craneal (1,2).

FIGURA 3 A y B. Representaciones axial y coronal del nervio oculomotor en su segmento cisternal (flechas blancas) emergiendo del mesencéfalo y su relación con la arteria cerebral posterior (flecha negra) y la arteria cerebelosa inferior (flecha blanca punteada).



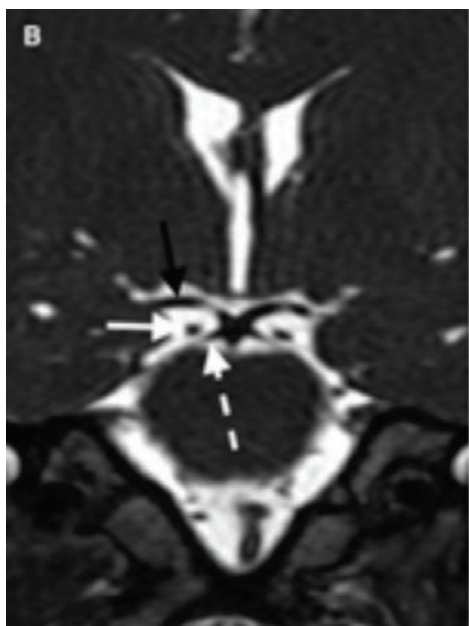
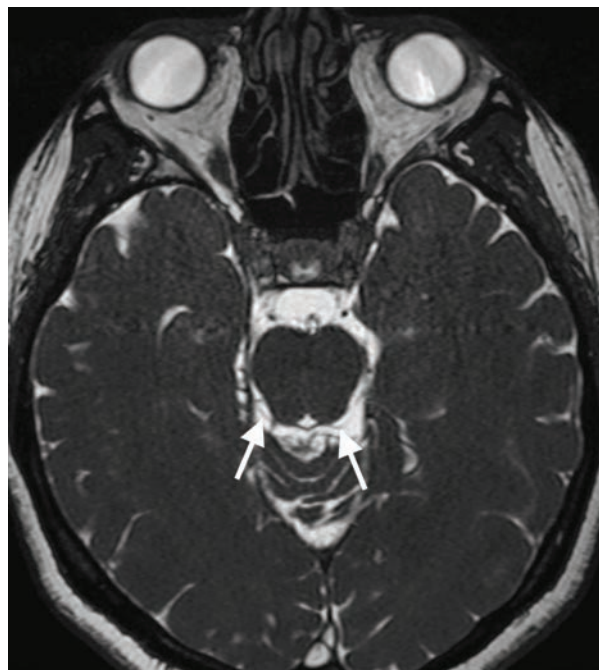


FIGURA 4. Representación axial de ambos nervios trocleares emergiendo de la región dorsal del mesencéfalo caudal (flechas) para dirigirse hacia anterior por la cisterna ambiens.



CUARTO PAR CRANEAL: TROCLEAR

Tiene su núcleo en el mesencéfalo a nivel de los colículos inferiores cerca de la línea media. Como característica única, sus axones cruzan la línea media previo a su emergencia en la cara dorsal del mesencéfalo (Figura 4). Su curso es en sentido ventral por lo que cruza por las cisternas cuadrigeminal y ambiens, donde tiene relación con las arterias cerebral posterior y cerebelosa postero superior para finalmente alcanzar el margen libre del tentorio. Una vez completa este recorrido, se dirige por la pared lateral del seno cavernoso (inferior al tercer par y superior a la rama oftálmica del quinto par craneal) hacia la órbita en donde ingresa por la fisura orbitaria superior para inervar el músculo oblicuo superior.

QUINTO PAR CRANEAL: TRIGÉMINO

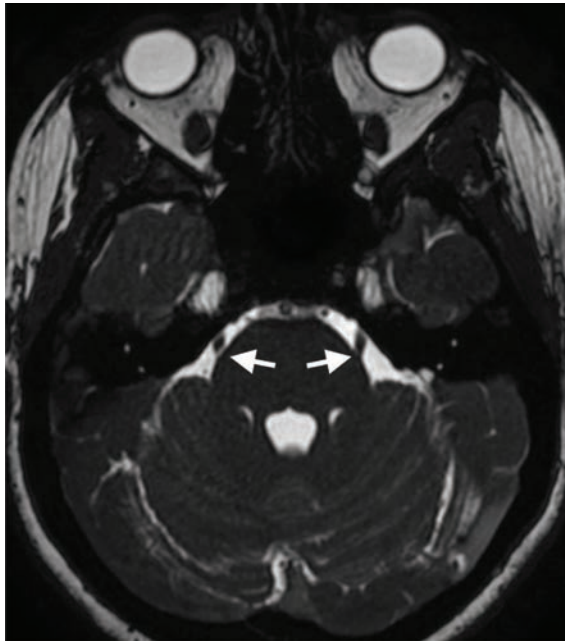
Es el más grande de los nervios craneales, tiene un componente sensitivo que inerva la cara, las órbitas, las fosas nasales y la cavidad bucal y un componente motor que inerva a los músculos masticatorios.

Tiene tres segmentos:

- Intraaxial: constituido por 4 núcleos principales localizados en el tallo encefálico y extendiéndose hasta el segmento medular cervical superior.
- Cisternal: emerge lateral al puente y discurre anteriormente en la cisterna prepóntica para ingresar al cavum de Meckel a través del porus trigéminus (Figura 5).
- Interdural: Dentro del cavum de Meckel la rama sensitiva forma el ganglio de Gasser o semilunar proporcionando tres ramas sensitivas principales:
 - V1 o rama oftálmica: ingresa a la órbita a través de la fisura orbitaria superior para dar origen a las ramas nasociliares, lagrimales y frontales.
 - V2 o rama maxilar: discurre al igual que V1 por la pared lateral del seno cavernoso, emerge de la base del cráneo a través del agujero redondo, cruza la fosa pterigopalatina, ingresa a la órbita y finalmente da origen al nervio infraorbitario.
 - V3 o rama mandibular: constituido por fibras motoras que no hacen sinapsis en el ganglio de Gasser y por fibras sensitivas que sí las hacen.

Esta rama deja la base del cráneo a través del agujero oval, no pasa por del seno cavernoso y da múltiples ramas que inervan los músculos de la masticación , el ganglio ótico , la piel de la región temporal y la mucosa oral.

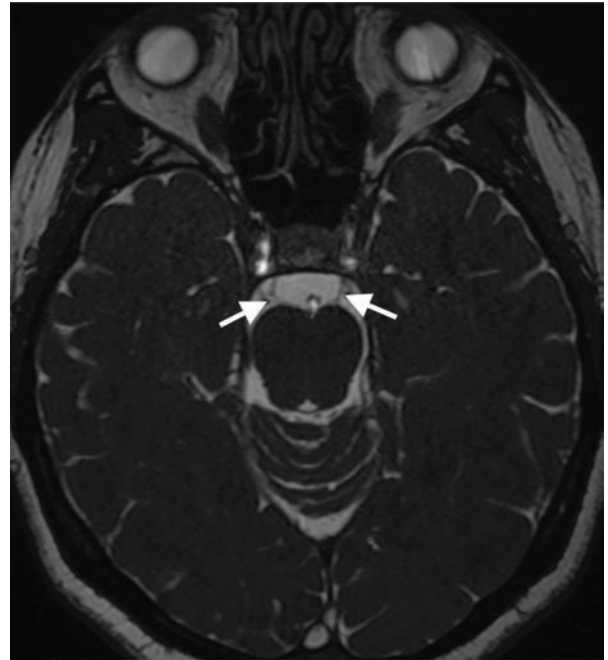
FIGURA 5. Representación axial de los nervios trigéminos en su segmento cisternal emergiendo del aspecto anterior del puente (flechas) y dirigiéndose en sentido anterior por la cisterna prepónica.



SEXTO PAR CRANEAL: ABDUCENS O MOTOR OCULAR EXTERNO

Nervio con componente motor, inerva el músculo recto lateral y su núcleo se localiza debajo del piso del cuarto ventrículo en la región dorsal de la protuberancia. Deja el tallo a nivel del surco pontobulbar (Figura 6), cruza la cisterna prepónica hacia la pared posterior del clivus y pasa a través del canal de Dorello dentro del plexo venoso basilar. Alcanza el seno cavernoso siendo el único par craneal que va en el interior del mismo y por último llega a la fisura orbitaria superior para ingresar junto a la vena oftálmica, el II y el IV par craneal a la órbita para cumplir su función.

FIGURA 6. Representación axial de los nervios abducens emergiendo a nivel de la unión pontobulbar (flechas) para atravesar la cisterna prepónica.



SÉPTIMO PAR CRANEAL: FACIAL

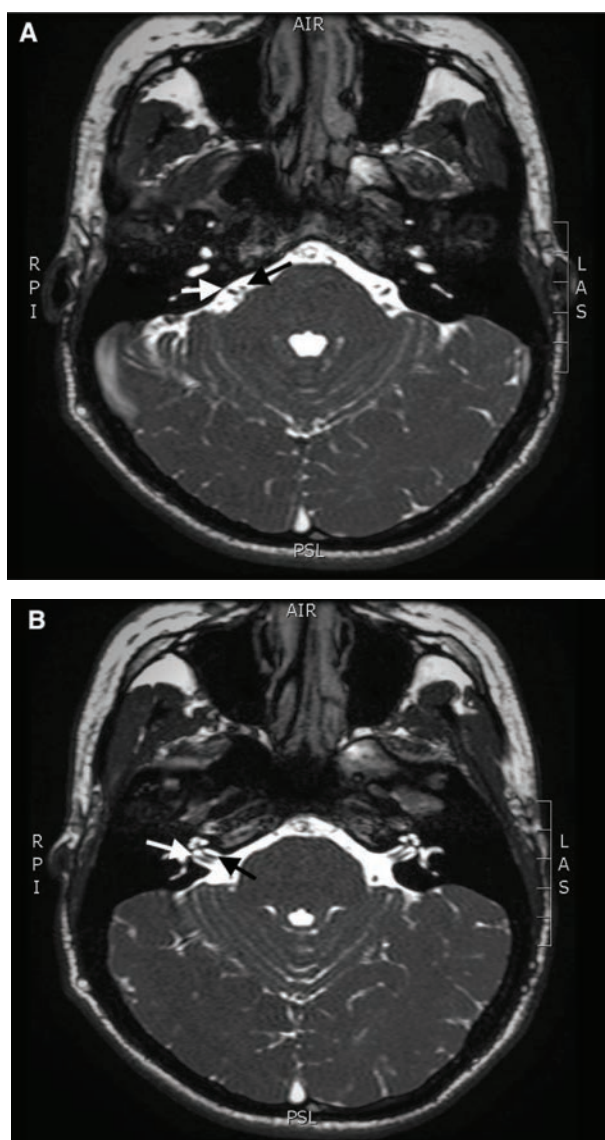
Tiene dos fascículos, uno puramente motor y el otro además con componente sensorial y parasimpático, denominado nervio intermediario de Wrisberg; ambos emergen del ganglio geniculado. El núcleo motor del nervio facial está localizado en la porción inferior del puente, en posición ventral, lateral y caudal al núcleo del VI par craneal; allí se origina el fascículo motor que presenta un curso dorsal, craneal y pasa a ser medial por detrás del núcleo abducens en el piso del cuarto ventrículo donde forma el colículo facial.

Los fascículos del VII par craneal surgen del tronco cerebral en el borde inferior del puente, en el segmento lateral del surco pontobulbar (medial al VIII par craneal) (Figura 7), en donde continúa su transcurso por la cisterna del ángulo pontocerebeloso hasta ingresar a la porción petrosa del hueso temporal por el conducto auditivo interno (CAI).

Después de ingresar, discurre por el canal facial (en el hueso petroso) desde el CAI hasta el foramen

estilomastoideo. Durante su transcurso por el canal facial se pueden reconocer los siguientes tres segmentos:

FIGURA 7 A y B. Representación axial de los nervios faciales (flecha negra) en su segmento cisternal (A) y canalicular (B) anterior a uno de los componentes del nervio vestibulococlear (flecha blanca) que lo acompaña en su recorrido.



1. Laberíntico: inicia en el CAI y transcurre perpendicularmente al eje largo del hueso petroso, se dirige en sentido anterior y lateral.
2. Timpánico: Inicia en el ganglio geniculado y se dirige en sentido dorsal y caudal, inferior al canal semicircular lateral y superior a la ventana oval.

3. Mastoideo: transcurre verticalmente hacia el foramen estilomastoideo.

Después de dejar la base del cráneo por el foramen estilomastoideo, el tronco principal del VII par craneal atraviesa la glándula parótida, en donde se divide en cinco ramas principales.

El ganglio geniculado está localizado en el extremo distal del segmento laberíntico, allí se encuentran los cuerpos neuronales de las fibras aferentes del nervio intermediario de Wrisberg. Estas fibras se originan de los receptores de los primeros dos tercios de la lengua, su curso es primero a través del nervio lingual (rama del V par craneal) hasta alcanzar el ganglio geniculado por medio de la cuerda del tímpano. Luego discurren con el nervio intermediario por el CAI y la cisterna del ángulo pontocerebeloso para finalizar en el polo superior del núcleo del tracto solitario (llamado núcleo gustativo de Nageotte) (1,2).

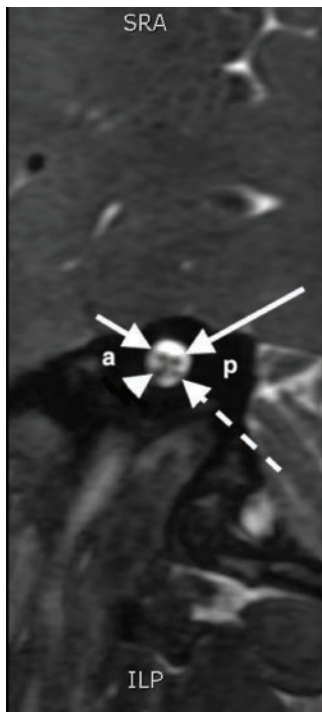
Las fibras parasimpáticas del nervio intermediario se originan en el núcleo salivatorio, pasan por el ganglio geniculado sin formar sinapsis en este punto para luego acompañar al nervio petroso mayor en su recorrido. Este último junto con el nervio petroso menor emergen del VII par craneal a nivel del ganglio geniculado y dejan el hueso temporal a través de su respectivo hiato del canal facial. El nervio petroso mayor superficial emerge con el nervio petroso mayor profundo (del IX par craneal) dando fibras parasimpáticas preganglionares para la glándula lagrimal y el tejido conectivo de la boca, nariz y faringe. Se dirigen hacia el ganglio pterigopalatino localizado en la fosa pterigopalatina donde hace sinapsis para que luego las fibras postsinápticas acompañen al nervio maxilar en su recorrido (1,2).

OCTAVO PAR CRANEAL: VESTIBULOCOCLEAR

Tiene dos componentes, el nervio coclear o auditivo y el nervio vestibular. El primero se origina por la unión de los axones de las células bipolares del ganglio espiral de Corti cuyas dendritas finalizan en las células ciliadas internas. El nervio vestibular por su parte se origina del ganglio de Scarpa localizado en el CAI, sus axones constituyen los nervios vestibular superior e inferior

mientras que sus dendritas periféricas finalizan en las estructuras receptoras del laberinto membranoso (sáculo, utrículo y canales semicirculares) (2). Los nervios coclear y vestibular atraviesan el CAI hacia la cisterna del ángulo pontocerebeloso. En el CAI, el VII par craneal, los nervios vestibular superior e inferior y el nervio coclear tienen un trayecto paralelo; encontrándose el VII par craneal en posición anterosuperior, el nervio vestibular superior en posición posterosuperior, el coclear en posición anteroinferior y el vestibular inferior en posición posteroinferior (Figura 8) (2). Esta distribución característica se puede observar en una proyección sagital oblicua en secuencia SSFP de RM; sin embargo, en proyección axial usualmente solo se visualizan dos de los cuatro nervios; si el modiolus de la cóclea está presente en el corte axial se pueden ver el nervio coclear y el vestibular inferior, de lo contrario los nervios observados son el facial y el vestibular superior (1,2).

FIGURA 8. Representación sagital oblicua obtenida perpendicular del canal auditivo interno. Los aspectos anterior (a) y posterior (p) son demarcados para mejor orientación. El nervio facial se encuentra en localización anterosuperior (flecha corta), el nervio coclear anteroinferior (cabeza de flecha), el vestibular superior posterosuperior (flecha larga) y el vestibular inferior posteroinferior (flecha punteada).



Después de atravesar la cisterna del ángulo pontocerebeloso, el VIII par craneal ingresa al tronco cerebral por el aspecto lateral del surco pontobulbar a nivel de los pedúnculos cerebelosos inferiores. Los núcleos cocleares dorsal y ventral y los cuatro núcleos vestibulares se localizan en el bulbo dorsolateral en relación con los ángulos laterales del piso del cuarto ventrículo (2).

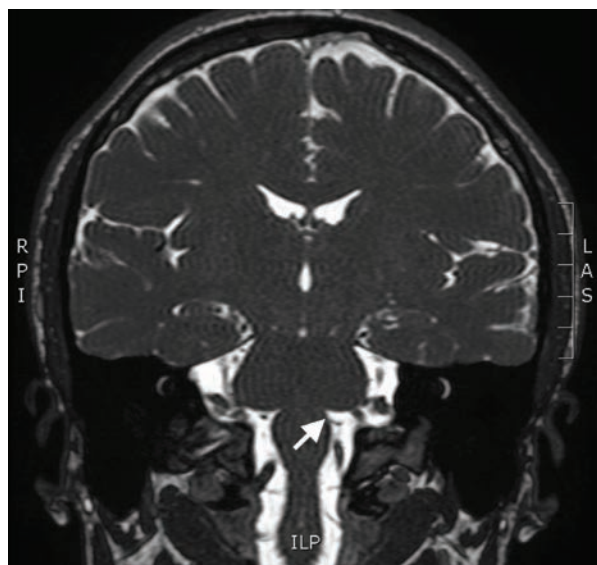
Radiológicamente, el VIII par craneal presenta un curso cisternal y canalicular similar al del nervio facial (VII par craneal), llegando al aspecto lateral del borde inferior del puente desde la cisterna del ángulo pontocerebeloso de forma oblicua, donde pueden tener proximidad con la arteria cerebelosa inferior anterior (1).

NOVENO PAR CRANEAL: GLOsofaríngeo

Las fibras motoras del IX par craneal se originan en el núcleo ambiguo, las parasimpáticas en el núcleo salivatorio inferior y las sensoriales se dirigen hacia los núcleos solitario y espinal del nervio trigémino (V par craneal); todos estos núcleos se localizan en el bulbo medular (2). El IX par craneal emerge del bulbo en forma de 10 a 20 raicillas a lo largo del tercio superior del surco postolivar, superior al nervio vago (X par craneal), conformando su segmento cisternal el cual atraviesa la cisterna bulbocerebelosa lateral en cercana relación con el flóculo cerebeloso para ingresar al foramen yugular a través del meato del glossofaríngeo (1) (Figura 9). En el foramen yugular, el IX par craneal forma los ganglios superior e inferior, el primero encontrándose inmediatamente inferior al orificio externo del acueducto coclear y el inferior inmediatamente caudal al superior (2). A nivel del foramen yugular, el nervio glossofaríngeo es anterior a los nervios vago y espinal accesorio (XI par craneal) y se encuentra rodeado de su propia vaina dural (1). En el ganglio inferior, el IX par craneal da su rama timpánica denominada nervio de Jacobson que atraviesa el canalículo timpánico para entrar a la cavidad timpánica. Luego de salir de la base del cráneo por el foramen yugular, el nervio glossofaríngeo discurre primero entre la arteria carótida interna y la vena yugular para luego localizarse entre los músculos estilofaríngeo y estilogloso hasta alcanzar la base de la lengua. En su trayecto, el IX par craneal cruza la arteria

palatina ascendente y la porción inferior de la amígdala dando varias ramas (2).

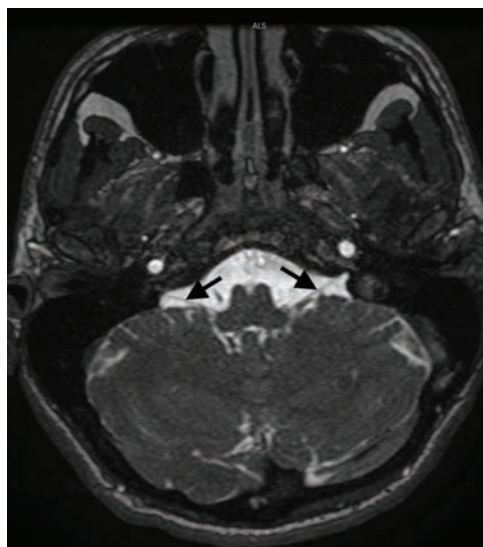
FIGURA 9. Representación coronal del nervio glossofaríngeo en su segmento cisternal (flecha) emergiendo del surco postolivar del bulbo.



DÉCIMO PAR CRANEAL: VAGO

Es un nervio mixto con componentes sensitivo, sensorial, motor y parasimpático y se divide en cuatro segmentos: intraaxial, cisternal, de la base del cráneo y extracraneal (4). Sus fibras motoras surgen de la base del núcleo ambiguo y forman el núcleo dorsal del vago; ambos núcleos están localizados en el bulbo en donde los núcleos dorsales forman el “trígono vagal” localizado en la cara caudal del piso del cuarto ventrículo. Comprende dos raíces o haces nerviosos, el superior y el inferior que emergen del tercio superior del surco postolivar entre el IX par craneal (por encima) y la porción bulbar del XII par craneal (por debajo) (Figura 10), se desplaza anterolateralmente a través de la cisterna cerebelomedular paralelo al IX y el XI par craneal. Debido a esta trayectoria paralela, es difícil diferenciar entre el IX y X par craneal en imágenes axiales; por lo tanto, los cortes coronales o coronales oblicuos a lo largo del curso de los nervios son mejores para visualizarlos y diferenciarlos (1).

FIGURA 10. Representación axial de los nervios vagos (flechas) cruzando la cisterna cerebelomedular lateral para dirigirse al foramen yugular.



Después de atravesar la cisterna, el segmento de la base del cráneo del nervio vago entra por el meato vagal a la porción vascular posterior del agujero rasgado posterior (también llamado agujero yugular) junto con el XI par y el bulbo yugular. El ganglio vagal superior se encuentra dentro del agujero rasgado posterior, donde emerge la rama auricular o de Arnold (2). El segmento extracraneal inicia cuando el nervio emerge del agujero rasgado posterior y entra al espacio carotídeo donde desciende por la cara posterolateral de la arteria carótida interna por dentro de la vaina carotídea, entre la vena yugular interna y la arteria carótida común. Continúa en dirección inferior hacia el arco aórtico en el lado izquierdo y la arteria subclavia en el lado derecho, dando como ramas los nervios laríngeos recurrentes, para luego formar un plexo alrededor del esófago y los vasos sanguíneos mayores que dan inervación al corazón y los pulmones. Los nervios gástricos surgen del plexo esofágico proporcionando la irrigación parasimpática al estómago. La inervación intestinal y visceral sigue el curso de los vasos arteriales de cada órgano.

UNDÉCIMO PAR CRANEAL: ACCESORIO

Es un nervio motor puro que inerva los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. Tiene cuatro segmentos:

intraaxial, cisternal, de la base del cráneo y extracraneal (4). Se compone de múltiples raíces craneales y espinales; las primeras se originan en la porción caudal del núcleo ambiguo y en el núcleo dorsal del vago, algunas emergen del bulbo en el surco retroolivario caudal a los haces del nervio vago y van a la cisterna lateral cerebelomedular por debajo del X par craneal. Las raíces espinales por su lado emergen de los segmentos cervicales superiores (C1-C6) de la médula espinal, ventrales a las raíces cervicales posteriores y ascienden dentro del canal espinal. (2)

Las raicillas espinales se dirigen superiormente a través del foramen magno hacia la cisterna magna, posterior a la arteria vertebral y se unen a las raíces craneales en la cisterna cerebelomedular lateral. (1)

En el segmento de la base del cráneo el XI par craneal atraviesa la porción vascular posterior del agujero rasgado posterior (agujero yugular) junto con el nervio vago.

Las raíces espinales salen del agujero yugular, descienden oblicua y lateralmente entre la arteria carótida interna y la vena yugular interna en el espacio carotídeo donde comienza el segmento extracraneal. Este último atraviesa el espacio subparotídeo posterior llegando a la cara posterior del músculo esternocleidomastoideo y trapecio (2). La evaluación por RM de este par craneal es muy limitada; sin embargo, es importante conocer su trayecto para evaluar eventuales patologías.

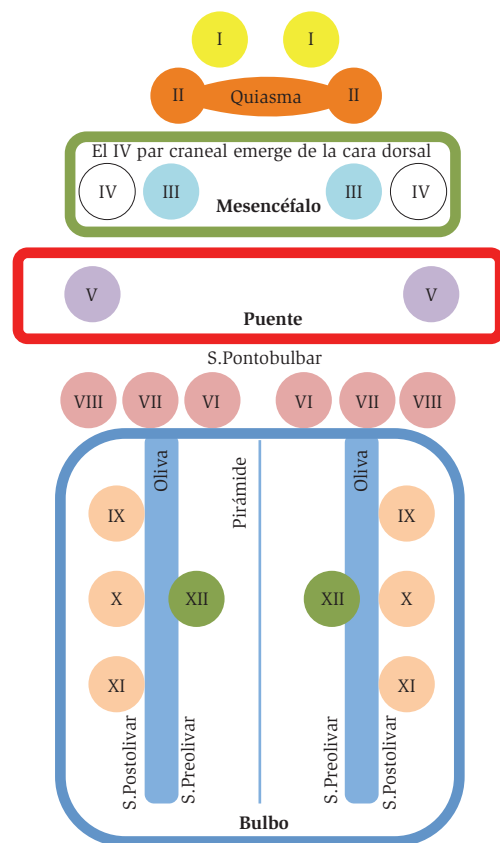
DUODÉCIMO PAR CRANEAL: HIPOGLOSO

Es un nervio motor para los músculos extrínsecos e intrínsecos de la lengua. El único músculo extrínseco de la lengua no inervado por este par es el palatogloso que es inervado por el X par craneal. Se compone de 4 segmentos anatómicos: intraaxial, cisternal, de la base del cráneo y extracraneal. El núcleo del hipogloso está localizado en la cara posterior del bulbo, hace una protrusión focal en el piso del cuarto ventrículo llamado triángulo hipogloso y emerge del bulbo en el surco preolivario. Posteriormente cruza la cisterna cerebelomedular lateral, donde se encuentra en relación anteriormente por la arteria vertebral y posteriormente por la arteria cerebelosa posteroinferior los cuales coalescen para

formar uno o dos troncos hipoglosos. Finalmente, emerge de la base del cráneo perforando la duramadre por el conducto que lleva su mismo nombre, uniéndose al X y XI par craneal por debajo del agujero yugular, desciende por la vaina carotídea en el espacio carotídeo, entre la arteria carótida interna y la vena yugular interna y alcanza al músculo geniogloso a través de las áreas submandibular y sublingual (2). Al igual que el XI par craneal, su valoración por resonancia magnética es limitada debido al calibre de sus estructuras normales; sin embargo, al conocerse su anatomía y transcurso pueden sospecharse procesos patológicos propios de estos nervios.

En la figura 11 se muestra un esquema de los orígenes aparentes de todos los pares craneales con el fin de evaluar estos sitios anatómicos a la hora de interpretar un estudio de RMN.

FIGURA 11. Esquema de localización de pares craneales



CONCLUSIÓN

Aunque la valoración de los pares craneales es limitada por medio de las secuencias tradicionales de RMN sobre todo por el pequeño tamaño de estos nervios y su proximidad con otras estructuras anatómicas, la resonancia magnética se muestra como una opción muy

importante para el radiólogo a la hora de evaluar su origen, recorrido y eventual patología. Es importante entonces, conocer ampliamente la anatomía de los pares craneales y posibles variantes con el objetivo de poder sospechar compromiso de los mismos por alteraciones tanto propias como de estructuras adyacentes.

REFERENCIAS

1. Sheth, S, Branstetter B, Scott E. Appearance of Normal Cranial Nerves on Steady-State Free Precession MR Images. *RadioGraphics*. 2009; 29:1045-1055.
2. Linn J. Pares Craneales. In: Guevara P, Fuenmayor de Amaya R, editors. *Imagenología del cerebro*. Filadelfia: AMOLCA; 2017: 348-367.
3. Chávez-Barba Óscar, Martínez-Martínez L, Cazares-Arellano JL, Martínez-Lopez M, Roldan-Valadez E. Anatomía de los nervios craneales con resonancia magnética de 3.0 tesla: Una revisión práctica para clínicos. *Gac Med Mex*. 2011;147(6):526-37.
4. Harnsberger H, Osborn A, MacDonald A. y cols. *Anatomía radiológica para el diagnóstico*. Imagen Anatómica. Cerebro - Columna - Cabeza y cuello. MARBAN; 2012.
5. Leblanc A. *Anatomy and imaging of the cranial nerves: a neuroanatomic method of investigation using magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT)*. Berlin: Springer-Verlag; 1992.