

ANATOMÍA DEL NERVIO TRIGÉMINO. CLAVES ANATÓMICAS PARA EL ESTUDIO POR RM DE LA NEURALGIA TRIGEMINAL.

Sgarbi Nicolás^(1,2), Saibene Andrés⁽⁴⁾, Telis Osmar^(1,2), Doassans Inés⁽⁴⁾, Boschi Jorge⁽³⁾, Soria Victor.⁽⁵⁾

RESUMEN

La neuralgia del trigémino constituye en la actualidad un motivo frecuente de realización de resonancia magnética (RM) cráneo encefálica en los departamentos de neuro-radiología. Para la correcta interpretación de las imágenes, y por lo tanto un diagnóstico preciso, es fundamental el conocimiento detallado de la anatomía del nervio trigémino, incluyendo su origen, trayecto, relaciones y ramas de distribución.

Es por ello que utilizamos estudios de RM realizados con resonador de campo cerrado y 1,5T de potencia con secuencias convencionales y protocolos de alta resolución (FIESTA) para analizar la anatomía del trigémino en sus distintos sectores.

Estos hallazgos se correlacionaron con disecciones y cortes multi-planares realizados en cabezas de cadáveres humanos sin antecedentes ni patología intra-craneana demostrable. Se realizaron micro-disecciones con múltiples abordajes y secciones finas en los 3 planos del espacio buscando establecer una precisa correlación anátomo radiológica.

El trigémino se logra identificar claramente en todos los estudios analizados, así como sus distintas porciones. En las secuencias de alta resolución se observa con excelente detalle el tronco nervioso y sus porciones, así como la región del cavum de Meckel con gran correlación con las disecciones cadavéricas.

Es fundamental el conocimiento preciso de la anatomía del nervio trigémino, así como de los espacios y regiones que atraviesa, para lograr un adecuado análisis anátomo imagenológico en estudios de excelente resolución espacial como la RM.

Palabras clave: nervio trigémino, resonancia magnética, anatomía, neuralgia trigeminal

ABSTRACT

Trigeminal neuralgia constitutes a frequent reason for performance of brain magnetic resonance imaging (MRI) in neuro-radiology departments. It is fundamental for the correct interpretation of the images and a subsequent precise diagnosis to have a detailed knowledge of trigeminal nerve anatomy, including its origin, passage, relations and distribution of branches. We correlate high resolution imaging of the anatomy of the trigeminal nerve acquired on a closed magnetic field 1,5T MRI system with conventional sequences and hi-res FIESTA protocols to human anatomical dissections and multi-planar sections made on human corpse heads without any evidence of pathology.

MR hi-res sequences show excellent detail of the trigeminal nerve trunk and its divisions as well as the Meckel's cave, matching the anatomical dissections.

The precise knowledge of the trigeminal nerve anatomy, its spaces and regions where it crosses is fundamental to analyze modern MR studies with excellent spatial resolution.

Key words: trigeminal nerve, magnetic resonance imaging, anatomy, trigeminal neuralgia

INTRODUCCIÓN

La neuralgia del trigémino (NT) constituye en la actualidad un motivo frecuente de realización de resonancia magnética (RM) cráneo encefálica en los departamentos de neuro-radiología.

Entidad de diagnóstico clínico preciso si bien su fisiopatología y tratamiento es motivo de discusión y revisión permanente. Múltiples patologías pueden producir NT, si bien en la mayoría de los pacientes no se identifica una causa particular responsable del cuadro clínico.

Dentro de las causas se han señalado además a determinadas relaciones anatómicas como probablemente vinculadas al dolor facial, dando origen a los cuadros de conflicto neuro-vascular.

Para la correcta interpretación de las imágenes, y por lo tanto un diagnóstico preciso, es fundamental el conocimiento detallado de la anatomía del nervio trigémino (V), incluyendo su origen, trayecto, relaciones y ramas de distribución.

OBJETIVOS, MATERIALES Y MÉTODOS

Revisar la anatomía del V y sus distintos segmentos con especial interés en aquellos detalles de fundamental importancia para la correcta interpretación de estudios de RM de alta resolución.

Se utilizaron RM realizadas con resonador de campo cerrado y 1,5T de potencia con secuencias convencionales y protocolos de alta resolución (FIESTA) para analizar la anatomía del trigémino en sus distintos sectores.

Se realizaron micro-disecciones con múltiples abordajes y secciones finas en los 3 planos del espacio en 5 cabezas de cadáveres adultos (Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Laboratorio de Neuroanatomía), disecadas con la ayuda de microscopio neuro-quirúrgico con aumentos x4 y x8, registrando fotográficamente la disposición y las relaciones anatómicas de las estructuras en los 3 planos del espacio.

Luego de la disección se realizaron secciones anatómicas de los preparados previamente congelados, en el plano axial, coronal y sagital.

Figura 1 - Esquema de los núcleos intra-axiales del V sobre imagen mediana de secuencia SE 1 en el plano sagital.

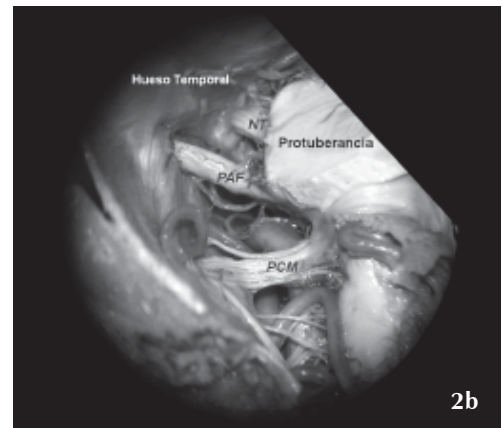
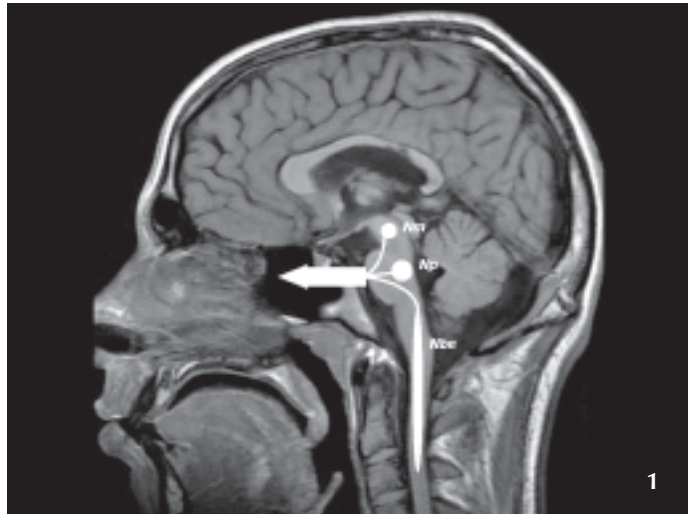
Nm: núcleo mesencefálico
Np: núcleo pontino
Nbe: núcleo bulbo-espinal

Figura 2 - Preparado cadavérico

a. Preparado cadavérico en sección coronal combinada con micro-disección de la fosa posterior donde se observa el área correspondiente al ángulo ponto-cerebeloso (APC) y los 3 niveles nerviosos del mismo: el piso inferior con los nervios mixtos (IX, X y XI), el piso medio con el paquete acústico facial (VII y VIII) y el piso superior con el nervio trigémino (V).

b. A mayor aumento se observa micro-disección del APC derecho con mayor detalle del V in situ en el piso superior de la región.

NT: nervio trigémino
PAF: paquete acústico facial
PCM: pares craneanos mixtos



RESULTADOS

Anatomía descriptiva del trigémino.

El V es el par craneano más desarrollado y extenso con un amplio territorio de distribución. Nervio mixto que conduce fibras somáticas sensitivas y motoras a la cara, el V es responsable conceptualmente de la totalidad de su inervación sensitiva (tacto, dolor, temperatura y propiocepción) así como la inervación motora al aparato de la masticación. Originado en la fosa posterior en el tronco encefálico, realiza un largo y complejo trayecto hasta su territorio de distribución, atravesando diversas regiones de compleja anatomía y tomando importantes relaciones con numerosas estructuras.

El origen de las fibras nerviosas se encuentra en el tronco encefálico formando parte de varios núcleos de sustancia gris que ocupan la totalidad del tronco e incluso los primeros segmentos cervicales medulares. Cada uno de estos núcleos, sensitivos y motores, representan centros de procesamiento diferentes, existiendo una verdadera sistematización de la información que este tronco nervioso se encarga de conducir. (Figura 1) El núcleo más extenso es el sensitivo, con tres verdaderos sub-núcleos, cada uno de ellos encargado de cada aspecto de la sensibilidad general.

El más alto es el núcleo mesencefálico ubicado en la calota en proximidad de la línea media y de la sustancia gris vecina al acueducto de Silvio. Las neuronas que forman este núcleo se encargan de la integración propioceptiva del territorio del V, información de gran jerarquía para la correcta masticación.

A nivel pontino se ubica el núcleo principal, ubicado también en la profundidad de la calota, y encargado de la integración táctil del territorio de este nervio.

Finalmente el núcleo inferior ocupa la calota del bulbo y se extiende caudalmente a los primeros segmentos de la médula cervical encargándose de la información térmica y dolorosa. Es la ubicación de este núcleo la que explica la posible aparición de síntomas en territorio facial en pacientes con patología degenerativa/inflamatoria del ránkis cervical alto.

El núcleo motor es único, ubicado en la calota de la protuberancia, encargado de inervar los músculos de la masticación de donde proviene su denominación de núcleo masticador.

Las fibras relacionadas con todos estos núcleos se reúnen en la protuberancia y emergen por el sector lateral de su cara anterior, formando un grueso tronco nervioso formado por 2 raíces: la más externa y gruesa sensitiva, la más medial y delgada motora.

En este punto termina el único segmento intra-axial del V y comienza su largo trayecto hacia el territorio de distribución, formado por distintos sub-segmentos antes de dividirse en sus ramos terminales (segmentos cisternal y gaseriano o transdural). (Figura 2)

El punto en la superficie del tronco encefálico en donde se observa la emergencia de la raíces se denomina «REZ» (del inglés root entry zone) o zona de entrada de las raíces, repér anatómico de gran jerarquía funcional. (Figura 3)

El segmento cisternal (Vc) o pre-gangliónico ocupa el sector o piso alto del ángulo ponto-cerebeloso, por encima del paquete acústico-vestíbulo-facial, dirigiéndose hacia

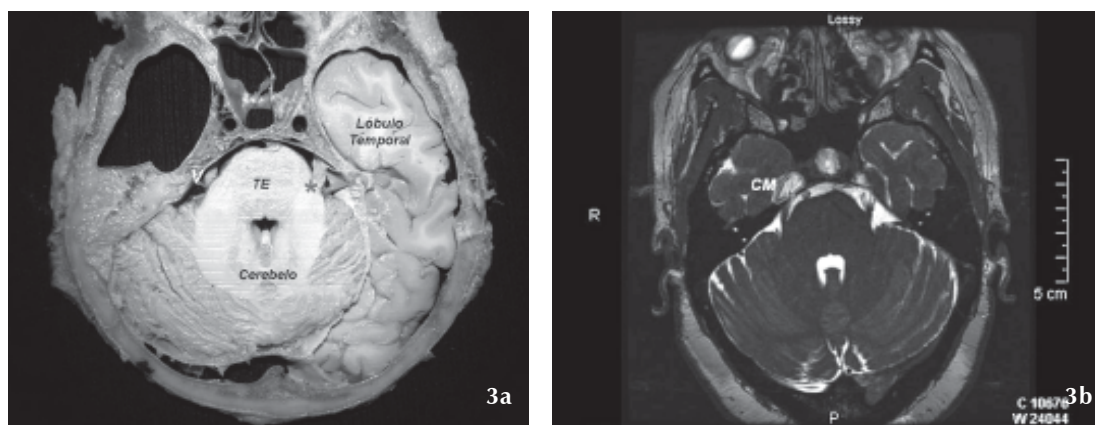


Figura 3 - Plano axial

a. Corte anatómico en el plano axial a nivel del sector superior del APC y el trayecto normal del V desde la protuberancia al cavum de Meckel. Se indica el punto de emergencia del V (*) o REZ de gran jerarquía topográfica. TE: tronco encefálico

b. Corte seleccionado de protocolo FIESTA en un paciente sin patología, en un nivel comparativo al corte anatómico. Con línea roja punteada se observa el área correspondiente al cavum de Meckel (CM), sector hiper-intenso en esta secuencia debido a la presencia de líquido céfalo raquídeo que forma una verdadera cisterna a dicho nivel. Se observa claramente el aspecto variable del tronco nervioso (V): como un único tronco a derecha y con múltiples pequeños filetes a izquierda.

arriba y afuera, desde la fosa posterior al vértice del peñasco, donde se encuentra la región del cavum de Meckel. En este trayecto, rodeado de líquido céfalo raquídeo, toma relaciones a distancia con los pares craneanos VI, VII y VIII, y relaciones vasculares con la vena petrosa superior (Dandy) y sobre todo arteriales. (Figuras 2 a 4)

Es en este punto donde las variantes en los trayectos y los bucles arteriales resultantes, pueden generar puntos de contacto estrecho entre el vaso arterial, pulsátil, y el tronco nervioso, pudiendo resultar en un cuadro de conflicto neuro-vascular. Dos arterias pueden estar relacionadas, la arteria cerebelosa media y la superior, dependiendo de la altura de su origen en el tronco basilar y la dirección de su porción inicial. (Figura 5)

Ingresa luego al cavum de Meckel, región donde se ubica el ganglio de Gasser, estación ganglionar de relevo de la información sensitiva, y a partir del cual se originan sus tres ramos terminales: nervios oftálmico (V1), maxilar superior (V2) y mandibular (V3).

Esta región es un espacio labrado en un desdoblamiento de la duramadre, ocupado en casi todos los especímenes por líquido céfalo raquídeo. En la misma el tronco nervioso está formado por múltiples pequeñas raíces nerviosas y el ganglio está formado en realidad por una verdadera red de pequeños filetes nerviosos lo que le vale la denominación de plexo más que de ganglio. Solamente las fibras sensitivas forman parte de esta estructura, el pequeño tronco motor, pasa en la mayoría de los casos, por debajo del ganglio lo que se observa claramente en las disecciones realizadas. (Figura 6)

A partir del ganglio de Gasser, las ramas de distribución ya separadas en todos los casos, se dirigen hacia adelante en busca de distintos orificios de la base del cráneo a través de los cuales llegan a su territorio de distribución. (Figura 7)

Previo a atravesar estos orificios, las 3 ramas sensitivas, toman estrecha relación con la pared externa del seno cavernoso, transcurriendo en el espesor de la duramadre, sobre todo V1 y V2.

Luego de transitar en este sector, V1 llega a la fisura orbitaria superior (hendidura esfenoidal) la cuál atraviesa para llegar a la órbita donde se distribuye.

Su territorio de distribución abarca la sensibilidad del globo ocular y conjuntiva, párpados, región frontal, piel de la nariz y mucosa naso-sinusal, y la innervación vegetativa de las glándulas lacrimales.

La segunda rama nerviosa, V2, busca el agujero redondo mayor del esfenoides en la base del cráneo, en la fosa media, llegando a la región ptérgico-palatina donde proporciona múltiples ramos colaterales.

El tronco principal de esta rama continúa en el piso de la órbita para emerger en la cara a través del orificio infra-orbitario y distribuirse en la piel del territorio facial medio así como en parte de la cavidad oral.

Finalmente V3, que viaja junto a la raíz motora del nervio, atraviesa la base del cráneo por el agujero oval, llegando al espacio masticador profundo. Allí origina múltiples ramos nerviosos, sensitivos destinados al tercio inferior de la cara y parte de la cavidad bucal, además de la articulación témporo-mandibular, mientras que los ramos motores se encargan de los músculos masticadores.

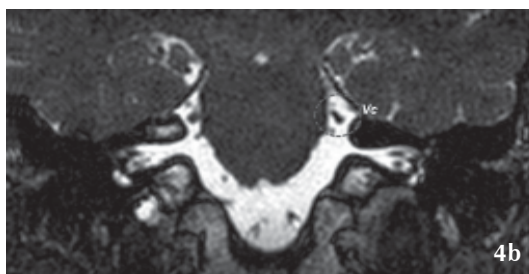
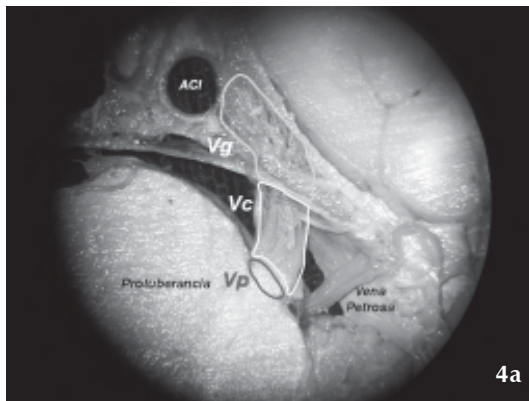


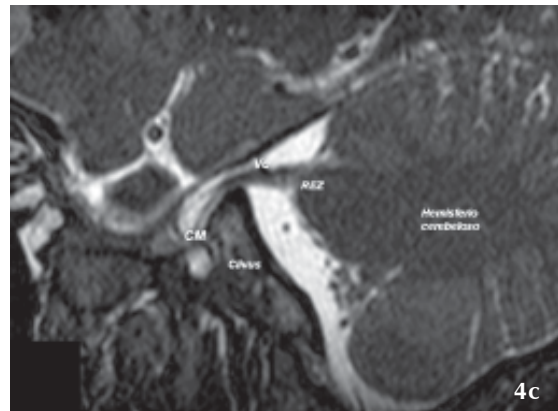
Figura 4 - Trayecto del V Par

a. Micro-disección del corte referido en la figura 3a, a izquierda, indicándose las 3 porciones del tronco del V: segmento pontino (Vp), cisternal (Vc) y gaseriano o plexual (Vg).

ACI: arteria carótida interna

b. Reconstrucción coronal de secuencia FIESTA para observar el trayecto cisternal del V par destacado a izquierda en la cisterna del APC.

c. Reconstrucción para-sagital izquierda de secuencia FIESTA observando la totalidad del trayecto desde la REZ hacia el CM.



Anatomía imagenológica del trigémino.

En todos los casos analizados se identificó claramente cada uno de los componentes del sistema trigeminal, a excepción de los núcleos que previamente describimos. Desde su punto de origen en el tronco encefálico hasta su ingreso al cavum de Meckel, se observó en todos los casos un grueso tronco nervioso rodeado de líquido céfalo raquídeo (porción cisternal del V), identificándose en la totalidad de los especímenes dos componentes diferenciables: ramas sensitiva y motora.

Se logró topografiar correctamente la REZ en todos los casos, así como también individualizar las principales relaciones vasculares que el nervio presenta en este trayecto.

El ingreso al cavum de Meckel fue observado en todos los casos y correctamente visualizado en los 3 planos del espacio, con mayor resolución en las reconstrucciones sagitales y en el plano axial.

Dentro del cavum, se observa el ganglio de Gasser corroborándose los hallazgos anatómicos en todos los casos. De esta manera se observa en el 100% de los mismos una estructura plexiforme en la cual convergen los ramos del tronco nervioso, y a partir de la cual se desprenden las 3 ramas terminales.

DISCUSIÓN

La anatomía del trigémino es bien conocida y ha sido detalladamente descrita por numerosos autores clásicos y contemporáneos (1-3).

En la actualidad el advenimiento de nuevas tecnologías ha permitido estudiar con gran precisión la anatomía de este complejo tronco nervioso y las regiones que atraviesa lo que hace necesario su profundo conocimiento y proyección imagenológica (4, 5).

La utilización de secuencias de alta resolución espacial permite estudiar cada una de las porciones del trigémino buscando variantes anatómicas y/o elementos patológicos que puedan explicar la clínica en un síndrome relativamente frecuente como es la NT (6, 7).

La misma puede presentarse frente al compromiso no sólo del tronco nervioso o sus ramos de distribución, sino también de sus porciones intra-axiales o de la región del cavum de Meckel, lo que hace fundamental su correcta identificación (5).

Numerosas patologías de distinta naturaleza pueden originar este cuadro clínico, la mayoría de ellas como por ejemplo las lesiones tumorales, son fácilmente evaluadas con RM mediante el uso de secuencias

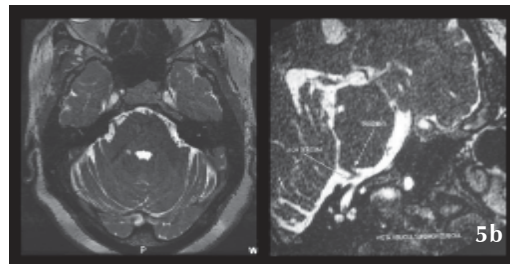
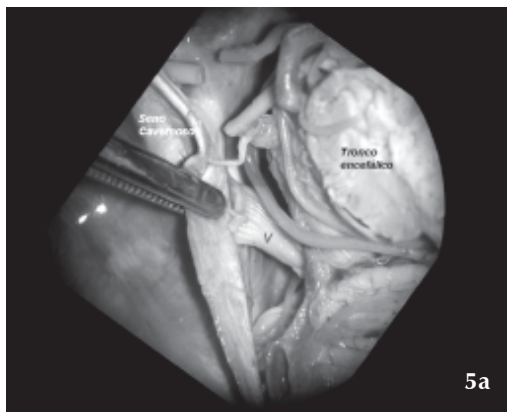


Figura 5 - Relaciones Vasculares

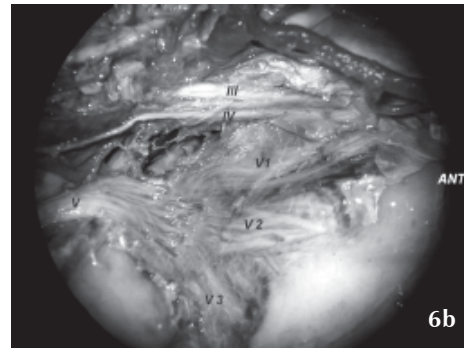
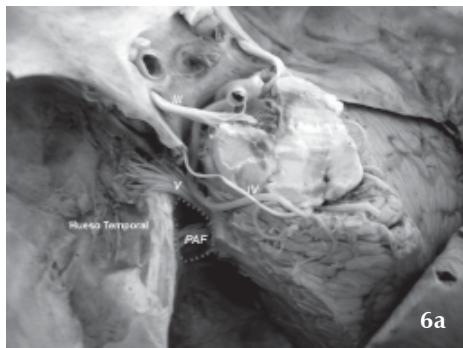
a. Preparado anatómico: micro-disección del V derecho, observándose su segmento cisternal con las estrechas relaciones vasculares del mismo. Puede verse el tronco nervioso (V) en íntima relación con la arteria cerebelosa media derecha y un grueso tronco venoso vecino (vena petrosa de Dandy).

b. Selección de cortes de secuencia FIESTA (axial y reconstrucción) dónde se observa a derecha el tronco nervioso en relación con una estructura vascular pequeña, tubular y sinuosa, correspondiente a un bucle de la cerebelosa media derecha.

Figura 6 - Cavum de Meckel

a. Preparado cadavérico con disección del segmento gaseriano del V. Se rebatió la duramadre del CM observándose la continuidad del Vc con el Vg.

b. Diferente espécimen anatómico donde se muestra una vista lateral del V derecho, el aspecto plexiforme de Vg, y sus 3 ramas terminales: V1 oftálmico, V2 maxilar superior y V3 maxilar inferior. Se destaca además la relación del V con las paredes del seno cavernoso, sobre todo la pared externa, y el nervio motor ocular común (III) y patético (IV) que atraviesan dicha región.



convencionales.

En algunas situaciones es fundamental el detalle anatómico preciso buscando las relaciones del tronco nervioso en sus distintas porciones, sobre todo estableciendo sus vínculos vasculares buscando posibles conflictos (puntos de contacto) entre las estructuras.

Además estas secuencias (FIESTA, GE HealthCare) se basan en adquisiciones volumétricas, 3-D, que permiten la reconstrucción a partir de las imágenes axiales, de forma sencilla y rápida, obteniendo imágenes coronales y

sagitales con igual resolución (6, 7).

Así pasamos de una anatomía seccional al estudio multiplanar de estas pequeñas estructuras con mayor información a la hora del estudio del V y las regiones que atraviesa.

El estudio de la anatomía del nervio trigémino, así como de todas las estructuras del sistema nervioso, se ha visto revolucionado con la adquisición de nuevas tecnologías en nuestro medio lo que nos obliga a retomar conceptos básicos aplicados al diagnóstico por imágenes.

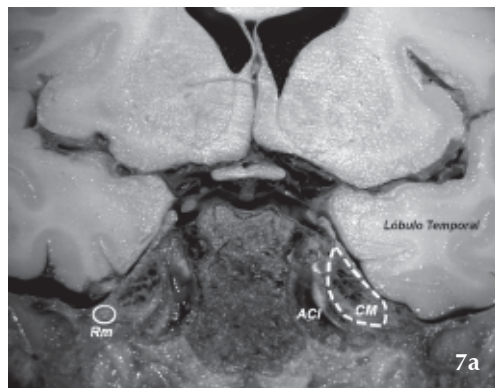
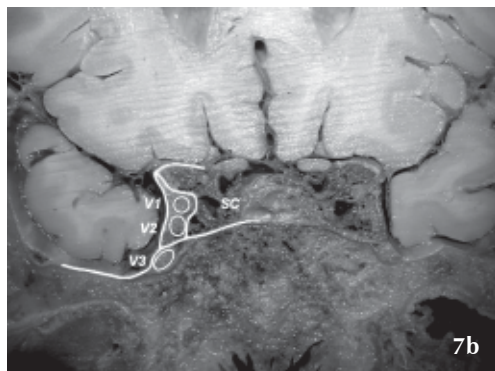


Figura 7 - Plano coronal

Cortes anatómicos coronales (a y b) en la región del CM y seno cavernoso. En a se destaca el aspecto plexiforme del ganglio de Gasser y la relación con el mismo de la rama motora del V (Rm).

En b se observa un corte más anterior al precedente donde identificamos las 3 ramas terminales del trigémino y su disposición en relación con esta compleja región anatómica.

En c se muestra imagen de secuencia FIESTA coronal correspondiente a los cortes anatómicos.



CONCLUSIONES

La NT constituye una entidad particular, de presentación clínica característica, con múltiples causas, algunas simplemente originadas por las estrechas relaciones anatómicas del V con estructuras vasculares vecinas.

Se logra identificar claramente el V en todos los estudios analizados, así como sus distintas porciones con gran resolución. En las secuencias de alta resolución se observa con excelente detalle el tronco nervioso y sus porciones así como la región del cavum de Meckel con excelente correlación con las disecciones cadavéricas.

Es fundamental el conocimiento preciso de la anatomía del V, así como de los espacios y regiones que atraviesa, para lograr un adecuado análisis anátomo imagenológico en estudios de excelente resolución espacial como la RM.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Harnsberger HR. CN 5 (Trigeminal Nerve). En: Section 5: Cranial Nerves (I-208). H. Ric Harnsberger et al. Diagnostic and surgical anatomy. Brain, head and neck, spine. Amirsys, Salt Lake City, Utah, LWW, 2006.
- 2.- Ziyal IM, Sekhar LN, Özgen T e al. The trigeminal nerve and ganglion: an anatomical, histological and radiological study addressing the transtrigeminal approach. *Surg Neurol* 2004; 61:564-74.
- 3.- Daniels DL, Pech P, Pojunas KW et al. Trigeminal nerve: anatomic correlation with MR imaging. *Radiology* 1986; 159:577-83.
- 4.- Rhoton AL, Jr. Microsurgical anatomy of the posterior fossa cranial nerves. *Clin Neurosurg* 1979; 26:398-462.
- 5.- Majoie C, Verbeeten B Jr, Dol JA et al. Trigeminal neuropathy: evaluation with MR imaging. *Radiographics* 1995; 15:795-811
- 6.- Yagi A, Sato N, Taketomi A et al. Normal cranial nerves in the cavernous sinuses: contrast-enhanced three-dimensional constructive interference in the steady state MR imaging. *AJNR* 2005; 26:946-950
- 7.- Lang E, Naraghi R, Tanrikulu L et al. Neurovascular relationship at the trigeminal root entry zone in persistent idiopathic facial pain: findings from MRI 3-D visualization. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005; 76:1506-1509