

Tomografía computada multislice: aplicaciones en SNC y cabeza & cuello. ¿Cómo, cuándo, por qué y para qué?

Cristina Besada, Marina Ulla, Ezequiel Levy, Ricardo García Mónaco

Resumen

La TCMS ha significado un gran avance en el diagnóstico por imágenes. Ha renovado el interés en esta técnica y ampliado claramente sus indicaciones en todas las áreas. En este artículo, repasamos su utilidad en Neurorradiología e imágenes de Cabeza y Cuello, haciendo hincapié en las más recientes indicaciones y ejemplos de la práctica cotidiana.

Abstract

Multislice Computed Tomography: applications in Central Nervous System and head and neck
How, when, why and what for?

MSCT has been a huge advance in diagnostic imaging. It has renewed the interest in this technique and extended its indications in every field.

In this article we review the utility of MSCT in Neuroradiology and Head & Neck imaging. We highlight the latest indications and examples from every day practice.

INTRODUCCIÓN

¿Cómo?

El creciente y vertiginoso avance tecnológico impulsa el constante desarrollo en el equipamiento utilizado en el diagnóstico por imágenes.

La tomografía computada (TC) fue creada y desarrollada por Sir Godfrey Hounsfield en 1972. La evolución insospechada y el empleo prácticamente ilimitado de esta técnica hicieron que su creador recibiera el Premio Nobel de Medicina seis años más tarde. Los tomógrafos computados de primera generación adquirirían una sola imagen por cada apnea inspiratoria y realizaban estudios en el plano axial, por lo cual el método también era conocido como tomografía axial computada (TAC). En el año 1989 surge la tomografía computada helicoidal o espiralada, la que realiza una adquisición continua o volumétrica de las imágenes en una sola inspiración, lo que se logra por el desplazamiento constante y sincrónico de la camilla, el tubo de Rayos X y una fila de detectores que giran permanentemente a su alrededor.

En el año 1998 surge la tomografía computada multidetector, también llamada multicorte o multislice (TCMS). Se trata de tomógrafos con 4 filas de detectores (los primeros), en lugar de uno, como poseían los primeros equipos ⁽¹⁾. En el año 2002 surgen los tomógrafos de 16 filas de detectores, las que en 2003 ascienden a 40 y en 2004 a 64 filas de detectores (TCMS 64).

Un mayor número de filas de detectores implica mayores ventajas, entre ellas:

1. Una disminución significativa del tiempo de examen, lo que permite una evaluación de cuerpo entero (desde la convexidad del cerebro hasta los pies) en aproximadamente 25 segundos para un TCMS 64. Esto es de gran implicancia clínica en las emergencias (ej. politraumatizados, inestables, etc.), en pacientes graves (disneicos, añosos, etc.) y en la población pediátrica (evita en ocasiones la necesidad de anestesia o disminuye significativamente la duración de ésta).

2. Cortes más finos, de mejor resolución, incrementándose, por lo tanto, el poder de detección de lesiones más pequeñas. Es de gran importancia en la búsqueda de metástasis o pequeños tumores y en precisar relaciones anatómicas importantes para la toma de decisiones quirúrgicas.

3. Realización de reconstrucciones multiplanares isotrópicas en diferentes planos estrictos, oblicuos, curvos o irregulares. Esto significa que se obtienen imágenes en los planos coronal y sagital de la misma calidad que los originales en el plano axial. También pueden realizarse reconstrucciones volumétricas, lo cual facilita la comprensión espacial de la patología, ayudando a la planificación terapéutica. Existen varias técnicas (por ej: MIP o máxima intensidad de proyección y MiniMIP o mínima intensidad de proyección; representación de volumen o "volume rendering" y representación de superficie o "surface rendering") que el radiólogo puede utilizar para destacar elementos anatómicos o patológicos.

4. Evaluación de los vasos sanguíneos de gran y mediano calibre con detalle similar a las angiografías por cateterismo pero en forma no invasiva

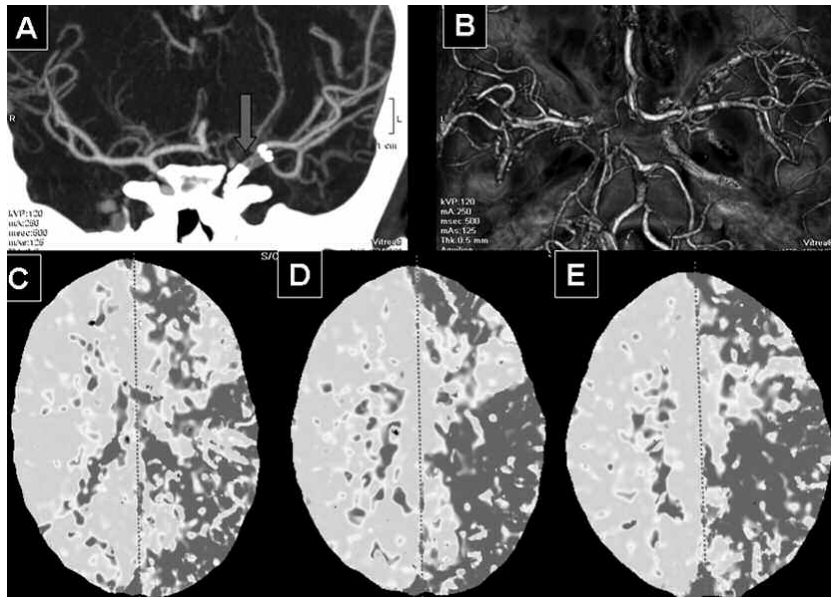


Fig. 1. Paciente joven con enfermedad de Moya-Moya. a) y b) AngioTC intracraniana (técnica de posproceso MIP y 3D) que demuestra la presencia de un stent a nivel carótido-siloiano izquierdo (flecha en MIP), acorde con los antecedentes. c), d) y e) Los mapas de perfusión muestran el déficit en la perfusión capilar en territorio vascular de la arteria cerebral media izquierda, característico en esta patología progresiva.

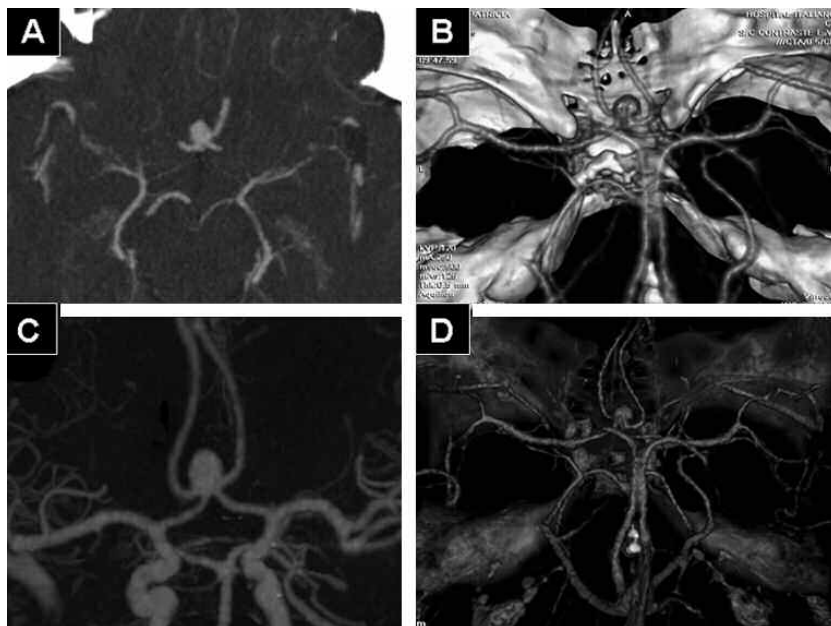


Fig. 2. AngioTC mostrando la presencia de un pequeño aneurisma sacular de la arteria comunicante anterior. a) Corte axial o imagen fuente. b) Reconstrucción 3D. c) Reconstrucción MIP con sustracción ósea. El paciente fue operado luego de que la angiografía digital confirmara los hallazgos de la TCMS. d) Reconstrucción 3D.

(angioTCMS). A diferencia de los tomógrafos helicoidales simples, la TCMS 64 cuenta con un *software* que permite monitorear la llegada del medio de contraste a la región vascular de interés (arterias aorta, coronarias, renales, etc.). Se evitan de esta forma errores en el *timing* -muy frecuentes en la tomografía helicoidal convencional-, que provocaban exámenes subóptimos y, por lo tanto, no diagnósticos. Esto es altamente ventajoso cuando es necesario captar las distintas fases del contraste en las angiotomografías de arterias o venas así como también en los diferentes órganos (fases arterial, parenquimatosa y venosa).

5. Menor utilización de volumen de contraste iodado en comparación con la tomografía convencional o helicoidal, lo cual resulta importante en pacientes

con alteración de la función renal. Asimismo, la TCMS 64 permite utilizar gadolinio como alternativa al contraste iodado (paciente alérgicos al yodo, por ejemplo), a diferencia de la tomografía convencional o de tomógrafos con menor número de filas de detectores.

6. Realización de endoscopías virtuales de alta calidad diagnóstica. Efectivamente, es posible introducirse virtualmente en el interior de cualquier víscera hueca, de estructuras vasculares, traqueobronquiales, etc. y lograr imágenes similares a las obtenidas con endoscopia convencional. Además de la obvia ventaja de ser no invasiva, la endoscopia virtual permite explorar el órgano distalmente a las estenosis infranqueables, siendo en estas situaciones un interesante complemento de la endoscopia convencional.

Tabla 1: Aplicaciones clínicas en SNC.

Región	¿Cuándo?	¿Por qué?	¿Para qué?
Encéfalo	ACV agudo	- Buena capacidad para detectar cambios isquémicos precoces, descartar hemorragia y evaluar estenosis proximales (ATC).	- Decidir tratamiento trombolítico EV o IA.
	TEC	- Estudia a pacientes críticos en forma rápida y eficiente. - Permite evaluar en conjunto el MCF y columna cervical.	- Tomar decisiones quirúrgicas urgentes (HED, etc).
	Malformaciones vasculares: aneurismas, MAV	- Evaluación tridimensional de la morfología sacular y determinación del cuello. - Detección de estructuras aferentes y eferentes submilimétricas. - Detección de HSA y hematomas IP.	- Determinar las posibilidades terapéuticas según estos parámetros en forma no invasiva, relegando los exámenes invasivos para la indicación terapéutica.
	Trombosis venosa intracraneana	- Patología subdiagnosticada con tratamiento específico. - Permite evaluar infartos venosos y trombosis venosa.	- Para instituir en forma urgente el tratamiento anticoagulante y evitar secuelas.
Conducta raquimedular	Fístula arterio-venosa intradural	- Detecta el lado y el nivel exacto de la comunicación a-v responsable de la lesión medular sintomática	- Facilitar la detección en la angiografía digital y reducir los tiempos de examen y diagnóstico.

HSA: hemorragia subaracnoidea; IP: intraparenquimatoso; EV: endovenoso; IA: intraarterial

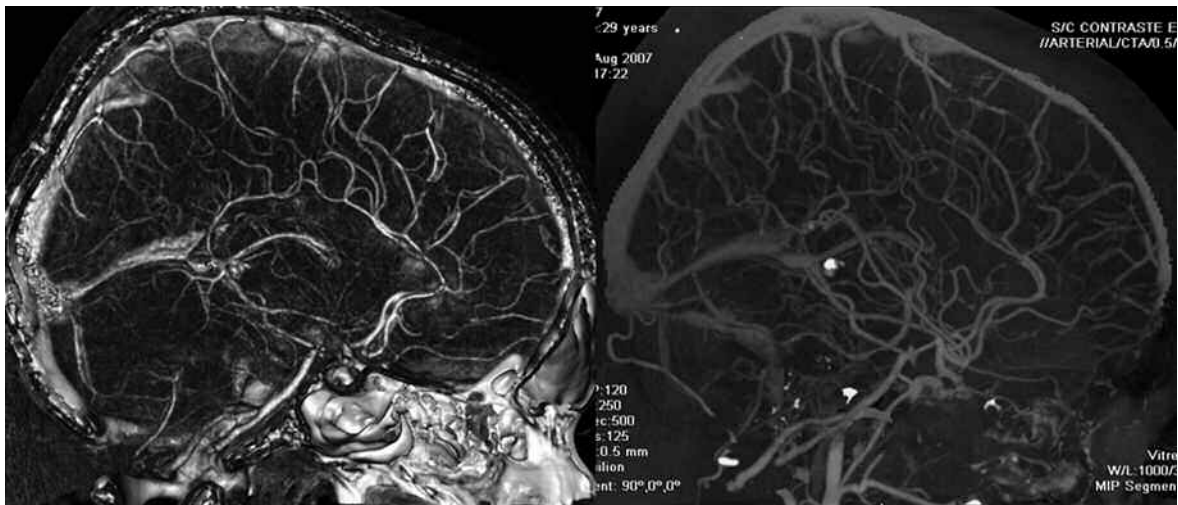


Fig. 3. AngioTC venosa o FleboTC: se observa la excelente resolución espacial que alcanza esta técnica a nivel de las estructuras venosas superficiales y profundas intracraneanas, en este caso, sin hallazgos patológicos. Se trataba de una paciente joven, con cefalea y antecedente de consumo de anticonceptivos orales.

7. Las nuevas técnicas que permite la TCMS 64, como la evaluación de la perfusión de órganos (cerebral, miocárdica, etc.) y la reconstrucción anatómica cardiovascular para poder evaluar en forma no invasiva las arterias del cuerpo, son realmente revolucionarias. La innovación más espectacular de estas aplicaciones es el cambio estratégico en la evaluación del dolor precordial así como en el diagnóstico y segui-

miento de la enfermedad coronaria. La aparición de la TCMS también contribuyó al desarrollo e incorporación de otras tecnologías en Diagnóstico por Imágenes, como el sistema electrónico de comunicación y archivo de imágenes (PACS, siglas en inglés de Picture Archiving and Communication System). Este sistema es fundamental para reemplazar la impresión gráfica clásica de películas radiográficas, ya que el

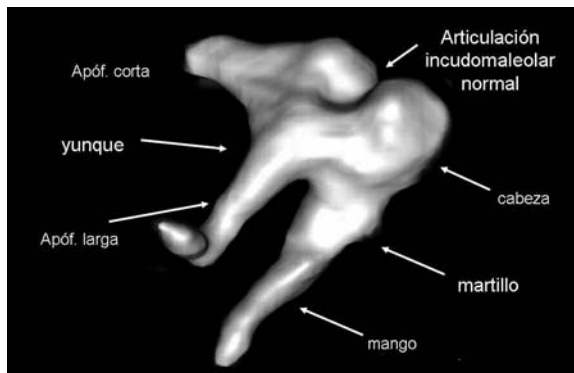


Fig. 4. Reconstrucción 3D de alta resolución de la cadena osicular normal, mostrando excelente detalle anatómico de las pequeñas estructuras óseas del oído medio.

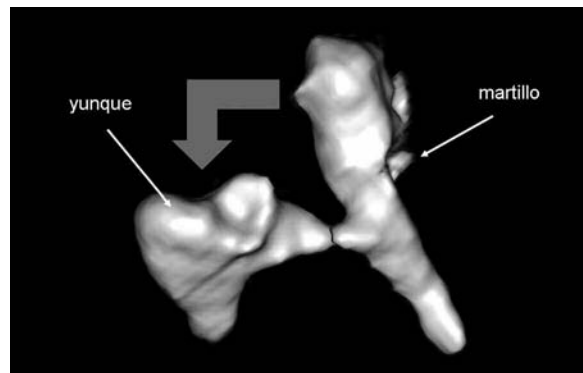


Fig. 5. Reconstrucción 3D de la cadena osicular en un paciente con traumatismo cráneo facial. La imagen demuestra claramente la luxación de la articulación incudo-maleolar, a expensas del desplazamiento del yunque (flecha roja).

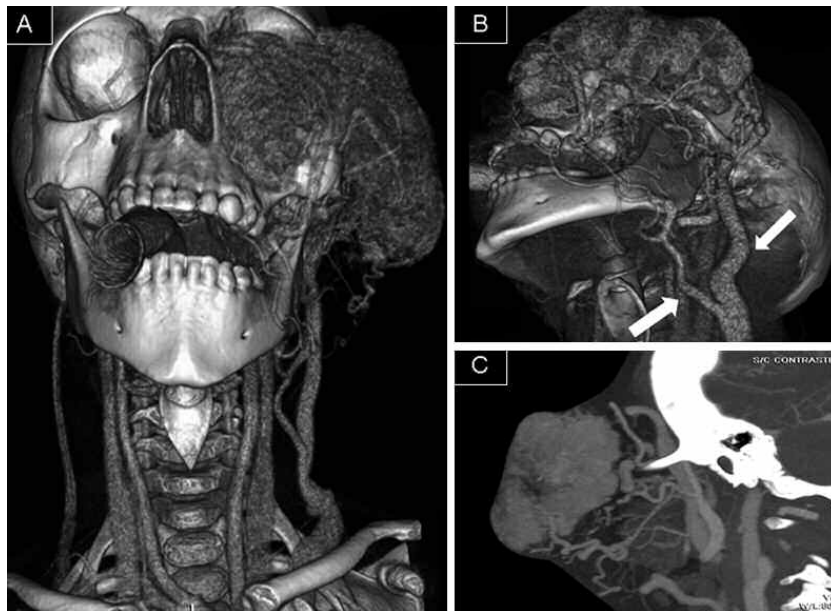


Fig. 6. Tumor vascular facial: hemangioma facial. a) y b) Reconstrucción 3D, en la que se observa la tumoración vascular, su extensión y los vasos que le dan origen, dependientes de la arteria carótida interna y externa (flechas blancas). c) Reconstrucción MIP y oblicuas con despliegamiento vascular. El estudio permitió la evaluación vascular para la planificación del tratamiento embolizante.

número de imágenes adquiridas durante un sólo estudio oscila entre 300 y 2000 por paciente.

Las ventajas y aplicaciones de la TCMS 64 la han convertido en una herramienta indispensable del diagnóstico por imágenes en un hospital de alta complejidad, con un campo de aplicación vasto e importante en toda la economía ⁽²⁾.

En esta comunicación nos concentraremos en los alcances de la TCMS en la patología del Sistema Nervioso y Cabeza & Cuello.

Son múltiples las ventajas de la TCMS en estas regiones. Es bien conocida la utilidad de la TC en sistema nervioso, fundamentalmente en la patología de guardia, en pacientes críticos y como rastreo de numerosas patologías. La TCMS con cortes submilimétricos agrega un barrido mucho más detallado del parénquima encefálico y del cráneo, evitando los tan comunes artificios por "volumen parcial" y minimizando los artificios de Hounsfield. Con el agregado de las reconstrucciones multiplanares también mejora la

performance del método en las patologías que afectan estructuras como el cuerpo calloso, la región pineal, el acueducto o el foramen magno (ej: lipoma del cuerpo calloso, estenosis del acueducto, quiste pineal, S de Chiari, etc.). La TCMS agrega, además, el estudio del sistema vascular cerebral y cervical en conjunto, ya que la velocidad del tomógrafo permite el estudio de ambas regiones en tiempo arterial y venoso. De esta forma, nos ofrece la posibilidad de obtener mapas de perfusión del parénquima encefálico y una calidad superlativa en la evaluación de estructuras vasculares, arteriales y venosas mediante la angioTCMS ⁽³⁾.

Para el estudio con equipos de tomografía computada helicoidal convencional de alta resolución del macizo facial (oídos, órbitas, senos paranasales, etc.) se requiere la realización de 2 adquisiciones: una en plano axial y otra en coronal. Las imágenes en plano coronal pueden verse degradadas por la presencia de amalgamas dentales, además de resultar dificultoso el cambio de decúbito en el caso de pacientes añosos o

Tabla 2: Aplicaciones clínicas en cabeza y cuello.

Región	¿Cuándo?	¿Por qué?	¿Para qué?
Oídos	Otoespongiosis	- Permite determinar la extensión de la patología, en forma submilimétrica.	- Decidir tratamiento y control evolutivo.
	Malformaciones OM y OI	- Permite delimitar las estructuras afectadas y el grado de afectación con reconstrucciones 3D.	Planeamiento quirúrgico: - Elección del lado en afectación bilateral. - Elección de tipo de prótesis y abordaje quirúrgico.
	Trauma	- Excelente definición de fracturas con seguimiento de las mismas. - Detección de compromiso laberíntico y luxación de la cadena de huesecillos (3D).	- Decisiones relacionadas con el pronóstico auditivo: reparación quirúrgica de la cadena o del laberinto.
MCF y base de cráneo	Patología tumoral	- Determina componente hipervascular. - Evalúa comportamiento dinámico de tumores vasculares. - Relación tumoral con los agujeros de la base de cráneo. - Patrón de erosión ósea. - Relaciones vasculares.	- Estrategia quirúrgica: elección del abordaje o terapia asociada: embolización, etc.
	Patología traumática e infecciosa	- Correcta evaluación y clasificación de las fracturas del MCF y órbitas en 3D.	- Estrategia quirúrgica. - Elaboración de piezas protésicas a medida.
Cuello	Evaluación de carótidas	- Cuantificación de estenosis. - Características de las placas: presencia de ulceraciones, calcificaciones.	- Tratamiento quirúrgico, endovascular o médico. - Evitar la AD diagnóstica, si coincide con otro método no invasivo (Doppler, ARM).
	Tumores de laringe	- Evaluación milimétrica y multiplanar del compromiso submucoso definido para la gradación tumoral. - Evaluación de adenopatías.	- Correcta clasificación de los tumores de laringe en base a la cual se decide el tratamiento (quirúrgico y/o conservador).
OM: oído medio; OI: oído interno; MCF: macizo craneofacial; AD: angiografía digital; ARM: Angiorresonancia.			

doloridos. Estos artificios e incomodidades pueden evitarse con la TCMS al efectuar sólo una adquisición de cortes ultrafinos en el plano axial en pocos segundos y al realizar luego, en la estación de trabajo, las reconstrucciones coronales y sagitales u oblicuas, con excelente resolución, similar al plano de adquisición.

¿Cuándo? ¿Por qué? ¿Para qué?

Las principales indicaciones se encuentran resumidas en las Tablas I y II.

ACV agudo

Debido a lo antedicho, es evidente la gran capacidad de esta técnica para la evaluación de los accidentes cerebrovasculares, aportando en pocos segundos información fundamental acerca de la lesión del parénquima (borramiento de interfases sustancia gris-sustancia blanca, áreas de hemorragia) y de la afectación vascular (ATC) y microvascular capilar (perfusión). Estos datos son fundamentales para la evaluación y tratamiento de esta patología en urgencia⁽³⁾.

También en enfermedades que afecten los vasos intracraneales (por ejemplo, en la enfermedad de

Moya-Moya), tanto la angioTC como la perfusión pueden ser útiles para el diagnóstico y seguimiento del tratamiento (Fig. 1).

Trauma

En los traumatismos encéfalo-craneales es frecuente el compromiso del cráneo y su contenido, asociado con lesiones del MCF y de la columna cervical, según el mecanismo de impacto. Con esta técnica, es posible una excelente evaluación de estas áreas en su conjunto en pocos segundos, aún en condiciones críticas y en pacientes pediátricos⁽⁴⁾.

Malformaciones vasculares

Resulta muy interesante el desarrollo de esta técnica en este campo. En los casos de aneurismas cerebrales, permite una excelente evaluación tridimensional de la morfología y orientación del saco, cuello y demás parámetros importantes para el tratamiento quirúrgico o endovascular, además de la clásica detección de hemorragia subaracnoidea (Fig. 2). En cuanto a las malformaciones arteriovenosas, el examen permite evaluar estructuras vasculares de pequeño tamaño (Fig. 2).

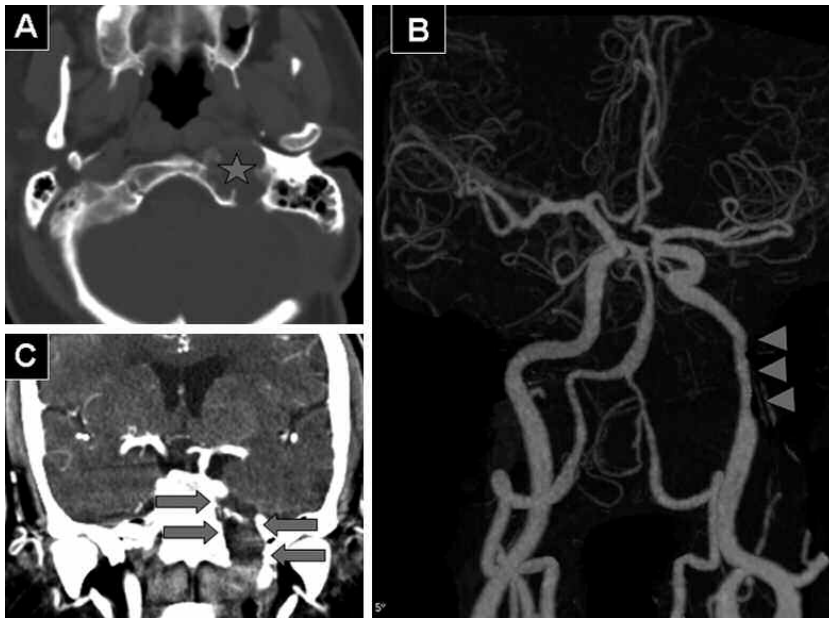


Fig. 7. Paciente con un tumor de base de cráneo centrado en la fisura petrosfenoidal: condrosarcoma. La TCMS confirma el compromiso erosivo de la base de cráneo (a) estrella y (c) flechas y las relaciones del tumor con las estructuras vasculares, particularmente visible en la AngioTC con sustracción ósea (b): las cabezas de flechas muestran compresión de la carótida interna izquierda, hallazgo de suma utilidad para el abordaje y planeamiento quirúrgicos.

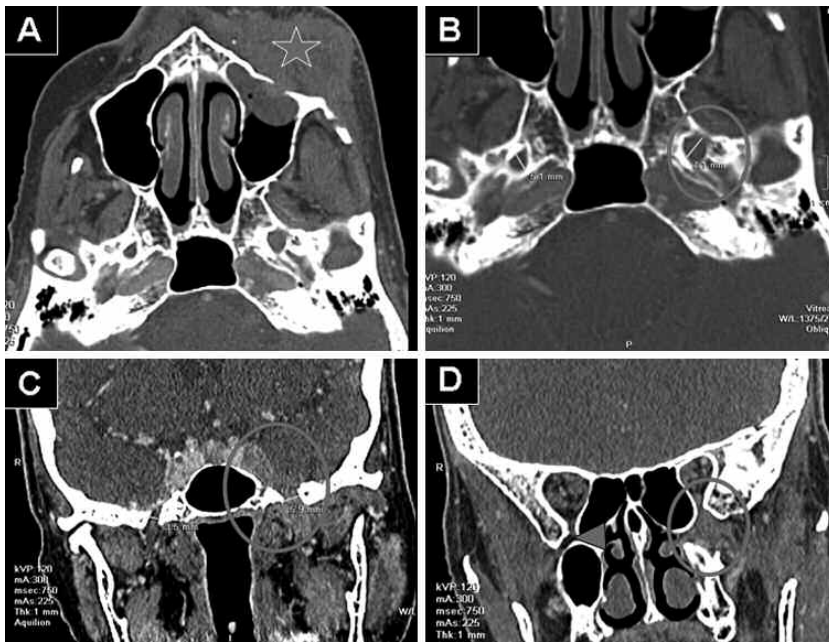


Fig. 8. Paciente con lesión infiltrante del macizo facial, cuyo origen primario no pudo ser determinado. En este examen existe clara diseminación perineural, demostrada de TCMS. a) Corte axial con una masa premaxilar izquierda con erosión ósea subyacente (estrella). b) y c) Cortes axial y coronal, respectivamente, que demuestran el compromiso de la base de cráneo a nivel del agujero oval y seno cavernoso izquierdos (diseminación perineural a través de V3 (áreas redondeadas). d) corte coronal que demuestra afectación de la fosa ptérido-palatina izquierda.

Trombosis venosa

Se trata de una patología muy importante, ya que está ampliamente reportado en la literatura su subdiagnóstico. La TCMS permite a la vez detectar posibles lesiones en el parénquima: infartos venosos, y una excelente evaluación del sistema venoso para visualizar una probable trombosis ⁽⁵⁾ (Fig. 3).

Peñascos: otoespongiosis, malformaciones congénitas, trauma

Se destaca el estudio de los oídos ya que se obtienen imágenes de 0.5 mm de espesor cada 0.3mm de corrida de mesa y es inmejorable el detalle anatómico de las

pequeñas estructuras ubicadas en esta región (Fig. 4).

Por este motivo, brinda la posibilidad de evaluar la extensión submilimétrica de las alteraciones fenestrales o pericocleares: platina, fisula antefenestra; muy importante en el estudio de la otoespongiosis. La TCMS resulta sumamente útil en la evaluación de las malformaciones congénitas del oído medio e interno, dehiscencia del CSC superior, evaluación prequirúrgica de hipoacúsicos para la elección del implante y evaluación de complicaciones posquirúrgicas y control de prótesis ⁽⁶⁻⁸⁾. También es ventajosa su utilización en los casos de traumatismos, para evaluar con reconstrucciones 3D las luxaciones de la cadena de huesecillos (Fig. 5).

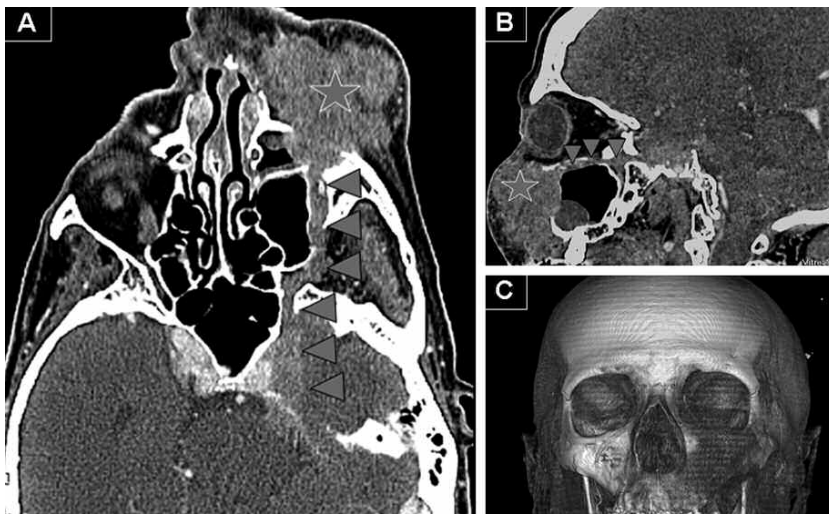


Fig. 9. Mismo paciente que Fig. 8. a) y b) Reconstrucciones MPR (multiplanares) irregulares siguiendo el canal infraorbitario (cabezas de flechas) en los planos axial y sagital, respectivamente, que muestran claramente que la formación premaxilar (estrella) es continua con dicho canal: diseminación perineural. c) Reconstrucción 3D del mismo paciente, evidenciando compromiso del seno maxilar en una vista anterior. Con los hallazgos del presente examen, se determinó la inoperabilidad de la lesión y sirvió para la marcación del campo para la radioterapia.

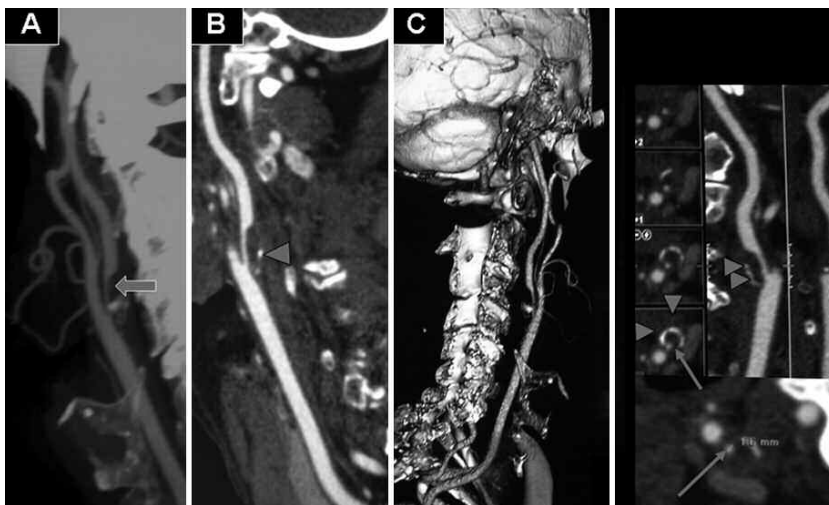


Fig. 10. Paciente con una estenosis crítica de la arteria carótida interna izquierda (ACII). a) Reconstrucción MIP mostrando el sitio de la estenosis carotídea a nivel bulbar (flecha rellena). b) Reconstrucción MPR irregular siguiendo el trayecto de la ACII. c) Reconstrucción 3D en estación de trabajo que permite mostrar el nivel en el que se realiza la medición de la estenosis y las características de la placa. En este caso se trata de una placa blanda con calcificaciones periféricas (cabeza de flechas). El flujo en el sector de máxima estenosis se observa en las flechas finas.

Tumores de base de cráneo, macizo facial y cuello

En estas patologías, es fundamental un examen detallado de las estructuras óseas y vasculares comprometidas, debido a las características de la región. Estos datos resultan importantes para la estrategia quirúrgica y para planear procedimientos intervencionistas percutáneos. En un mismo estudio de TCMS, es posible: descartar o confirmar la presencia de un componente vascular: hemangiomas, paragangliomas, etc (Fig 6); evaluar el comportamiento dinámico de los tumores vasculares y determinar componentes arteriales y/o venosos; evaluar la relación tumoral con los agujeros de la base de cráneo; determinar el patrón de erosión ósea y las relaciones vasculares con los vasos adyacentes (Fig. 6).

Resulta fundamental en las patologías que requieren seguimiento de estructuras, como ocurre en los tumores con diseminación perineural (Fig. 7).

Trauma del MCF

En este terreno existen numerosos avances que permiten no sólo una correcta evaluación y clasificación de las fracturas del macizo facial, incluyendo órbi-

tas, para un adecuado planeamiento de la reparación quirúrgica, sino también la posibilidad de obtener piezas protésicas a medida mediante tecnología anexa.

Carótidas

La angiotomografía de las arterias carótidas permite la cuantificación de las estenosis así como también la posibilidad de determinar las características de las placas, presencia de ulceraciones, calcificaciones, etc., en forma rápida y simple^(9,10) (Fig. 10).

También resulta de singular importancia en el control no invasivo de los stents carotídeos, superando claramente en ese ítem a la AngioRM (Fig. 11).

Fístulas arterio-venosas intradurales del conducto raquímedular

La TCMS es capaz de detectar el lado y el nivel exacto de la comunicación arterio-venosa responsable de la lesión medular sintomática. De esta forma, facilita su detección en la angiografía digital y reduce los tiempos de examen y diagnóstico⁽¹¹⁾.

En conclusión, la aparición de esta tecnología ha

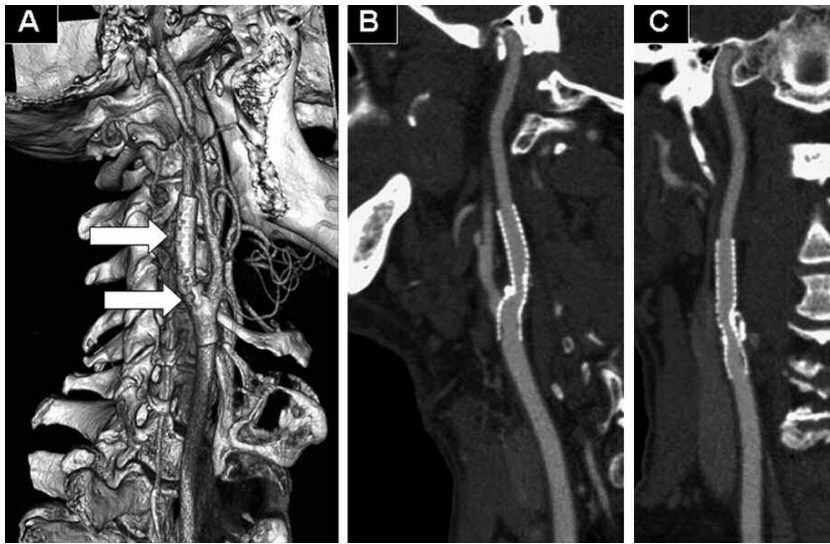


Fig. 11. Paciente tratado con stent en la arteria carótida interna derecha (ACID). a) Reconstrucción 3D que evidencia la ubicación del stent carotídeo (flecha). b) y c) Reconstrucción MIP con despliegamiento de la ACID en los planos sagital y coronal, respectivamente. Se puede observar el flujo arterial en todo su trayecto cervical hasta la entrada al cráneo, demostrándose también la permeabilidad del stent.

revolucionado la forma de estudiar a los pacientes, particularmente a aquellos en situación crítica. En lo que respecta específicamente a la neuroradiología y cabeza y cuello, se han extendido claramente las indicaciones. Esto ha llevado a que el radiólogo especializado se convierta en un participante cada vez más importante del equipo responsable de la tarea de llegar a un diagnóstico y tratamiento adecuados.

Bibliografía

- Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, et al. Multisection CT: Scanning techniques and clinical applications. *RadioGraphics* 2000;20(6):1787-806.
- Ros P, Ji H. Multisection (Multidetector) CT: Applications in the abdomen. *RadioGraphics* 2002;22:697-700.
- Srinivasan A, Goyal M, Al Azri F, Lum C. State-of-the-Art Imaging of Acute Stroke. *RadioGraphics* 2006;26:S75-S95.
- Sliker CW. Blunt cerebrovascular injuries: imaging with Multidetector CT Angiography. *RadioGraphics* 2008;28:1689-1708.
- Rodallec MH, Krainik A, Feydy A, et al. Cerebral venous thrombosis and Multidetector CT Angiography: tips and tricks. *RadioGraphics* 2006;26: S5-S18.
- Fatterpekar GM, Doshi AH, Dugar M, Delman DN, Naidich TP, Som PM. Role of 3D CT in the evaluation of the temporal bone. *RadioGraphics* 2006;26:S117-S132.
- Chuang MT, Chiang IC, Liu GC, Lin WC. Multidetector row CT demonstration of inner and middle ear structures. *Clin Anat* 2006;19(4):337-344.
- Kojima H, Miyazaki H, Yoshida R, et al. Aberrant carotid artery in the middle ear: multislice CT imaging aids in diagnosis. *Am J Otolaryngol* 2003;24(2):92-96.
- Lell MM, Anders K, Uder M et al. New techniques in CT Angiography. *RadioGraphics* 2006;26:S45-S62.
- Rodallec MH, Marteau V, Gerber S, Desmottes L, Zins M. Craniocervical arterial dissection: spectrum of imaging findings and differential diagnosis. *RadioGraphics* 2008;28:1711-1728.
- Bertrand D, Douvrin F, Gerardin E, Clavier E, Proust F, Thiebot J. Diagnosis of spinal dural arteriovenous fistula with multidetector row computed tomography: a case report. *J. Neuroradiology* 2004;46: 851-854.