

Aportaciones de la estación de trabajo radiológica en la planificación médico-quirúrgica

M. A. Gorrea Sabater¹, J. C. Hernández Navarro², A. Molina Foncea³

Med Mil (Esp) 1999; 55 (1): 38-43

RESUMEN

Se valora la importancia de una estación de trabajo de radiología, en relación a la presentación de varios casos clínicos, con objeto de establecer criterios de planificación médico-quirúrgica. El conocimiento más exacto de las relaciones anatómicas constituiría la aportación fundamental de las reconstrucciones tridimensionales elaboradas en el posprocesamiento.

PALABRAS CLAVE: Radiodiagnóstico - Reconstrucción tridimensional de imágenes - Ayuda a la cirugía.

INTRODUCCIÓN

La radiología es una disciplina de ayuda al diagnóstico. Recientemente, gracias a la mejora del *hardware* y *software* de los sistemas de adquisición y posprocesamiento de la imagen, el radiólogo permite a las especialidades quirúrgicas mejorar la preparación de cada intervención, lo cual debe traducirse a corto plazo en una recuperación del paciente más rápida y eficaz.

Una característica de la tomografía computarizada helicoidal (TCH) y la resonancia magnética -RM- es la adquisición volumétrica. La TCH tiene la ventaja de la velocidad de obtención de dato; así, en líneas generales, entre 30 a 60 segundos es suficiente para una exploración completa, con aprovechamiento óptimo de los medios de contraste. La RM, gracias a la mejora del *software* de sus secuencias, también ha optimizado la adquisición de datos.

A continuación se presentan varios casos ilustrados con detalle, en los que se describirán las principales contribuciones en planificación quirúrgica que puede efectuarse en una estación de trabajo de radiología.

MATERIAL Y MÉTODO

Sistema de Imagen TCH Tomoscan SR 4000 (Philips, Eindhoven), con interfase Merge para transferencia de imágenes.

Sistema de Imagen RM Signa 1.5T (General Electric Medical Systems, Milwaukee).

Estación de trabajo Sparcstation 20 Sun (General Electric Medical Systems, Milwaukee) constituida por monitor, computadora, tablero y ratón. Su sistema operativo es el Advantage™ Windows 2.0 Solaris 2.4 HW 11/94 que contiene un paquete Navegador de Análisis 3D y de Análisis DICOM (ID/Net V 3.0) para validación de las especificaciones de conectividad con interfase estándar.

La secuencia de imágenes planares se valoró previamente mediante *viewer* y *miniviewer*.

Los pasos seguidos en el paquete Navegador fueron, en primer lugar, la selección de pacientes, series y exámenes; en segundo lugar, la elección del modelo de reconstrucción 3D; es decir, en superficie sombreada (SSD), proyección de máxima intensidad (MIP), proyección de mínima intensidad (miP), o de todo el volumen (*Picker Innerview*), todos ellos de Navegador exterior al objeto, y, finalmente, el volumen se manipuló en el espacio mediante rotación, desplazamiento o segmentación.

RESULTADOS

Caso I. Mujer de 22 años que ingresa en coma (7 puntos en la escala Glasgow); en la exploración física destacaban, como signos de focalidad neurológica, anisocoria y hemiparesia derechas. En la TC craneal de ingreso se detectó hematoma subdural extenso e intraparenquimatoso occipital derecho, por lo que se intervinieron de urgencias practicándose craneotomía occipital derecha para evacuación del mismo, y cortectomía de tejido aparentemente tumoral. Durante su estancia se realizó angiografía magnética (ARM) con técnica *time of flight* (TOF) 3D, que confirmó la existencia de hemorragia intraparenquimatoso en lóbulo occipital

¹ Capitán de Sanidad Militar. Médico residente de Radiodiagnóstico. Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Militar Central «Gómez Ulla».

² Comandante de Sanidad Militar. Radiólogo. Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Militar Central «Gómez Ulla».

³ Capitán de Sanidad Militar. Neurocirujano. Servicio de Neurocirugía del Hospital Militar Central «Gómez Ulla».

Dirección para la correspondencia: Dr. D. Miguel Ángel Gorrea Sabater. Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Militar Central «Gómez Ulla». Glorieta del Ejército, s/n. 28047 Madrid.

Recibido: 29 de diciembre de 1998

Aceptado: 13 de abril de 1999

La estación de trabajo en la planificación quirúrgica

derecho en fase subaguda, y subyacente a ésta un área de vacío de señal, de unos 3 cm de diámetro, sugestiva de malformación arteriovenosa (MAV). A partir de dicha ARM, se obtuvieron 80 imágenes para reconstrucción 3D de volumen, observándose dicha malformación vascular dependiente de ramas de la arteria cerebral posterior derecha aparentemente engrosada. La arteriografía cerebral por sustracción digital, realizada días después, confirmó la existencia de una MAV menor de 3 cm dependiente de la arteria cerebral posterior derecha (ACPD), demostrando además tres venas de drenaje, una al seno longitudinal superior, otra a la vena de Galeno y otra al seno transversal (figura 1).

Caso II. Varón de 56 años que presenta desde hace varios meses dolor radicular dorsal. En la radiografía simple de tórax se observó imagen redondeada hiperdensa localizada en región paravertebral dorsal a nivel D7. En la TCH se comprobó la existencia de una tumoración intra-extrarraquídea extradural con mayor componente extrarraquídeo. Se realizaron reconstrucciones 3D SSD que confirman las relaciones locales de la tumoración (figura 2).

Caso III. Varón de 54 años diagnosticado de insuficiencia vascular cerebral. Se le solicita estudio de ARM de troncos su-

praaórticos. Se realizó TOF 2D y reconstrucción 3D MIP, en donde se detectó estenosis crítica de carótida externa derecha y de carótida interna izquierda (figura 3).

Caso IV. Varón de 21 años asintomático. En examen radiológico convencional de rutina se descubrió un aumento de densidad del espacio retrocardíaco. Se realizó TCH torácico con contraste iv, cortes de 3 mm de grosor y reconstrucciones cada milímetro a nivel de la zona afectada, y tras aplicar modelo 3D SSD se observó un pedículo vascular anómalo de trayecto corto, dependiente de la arteria aorta a nivel inmediatamente supradiafragmático, que correspondió a la arteria de un secuestro pulmonar, confirmado posteriormente mediante angiografía (figura 4).

Caso V. Varón de 19 años con antecedentes personales inmediatos de neumonía de lóbulo inferior derecho (LID). En TCH torácico con contraste se evidencian varias imágenes lacunares alrededor de 30 UH, que no realzan tras contraste, localizadas en antedicho lóbulo y con predominio en segmentos posteriores. En el posprocesamiento 3D con modelo SSD se observa megaectasia de bronquios segmentarios posterior y lateral del LID (figura 5).

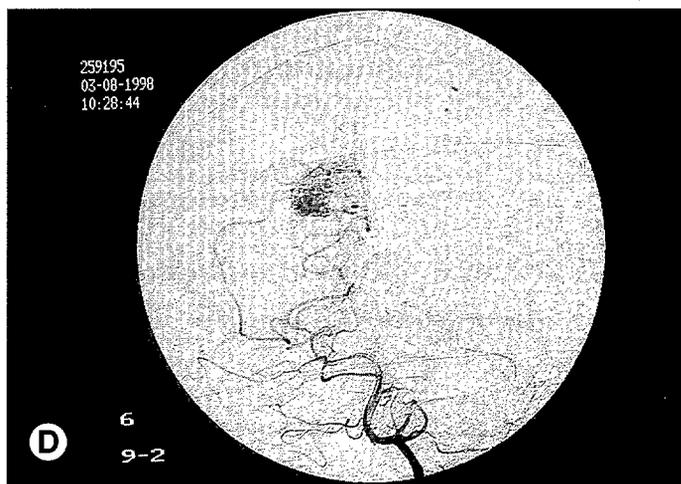
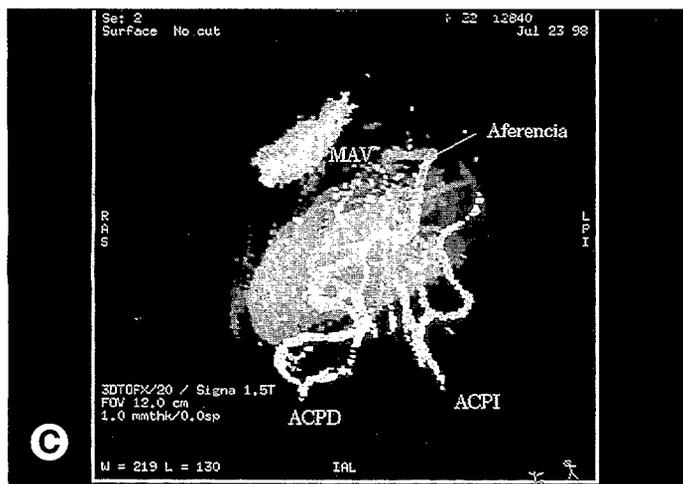
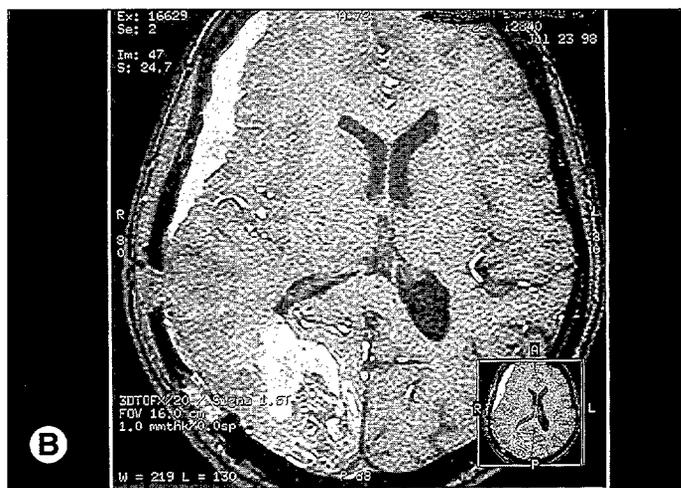
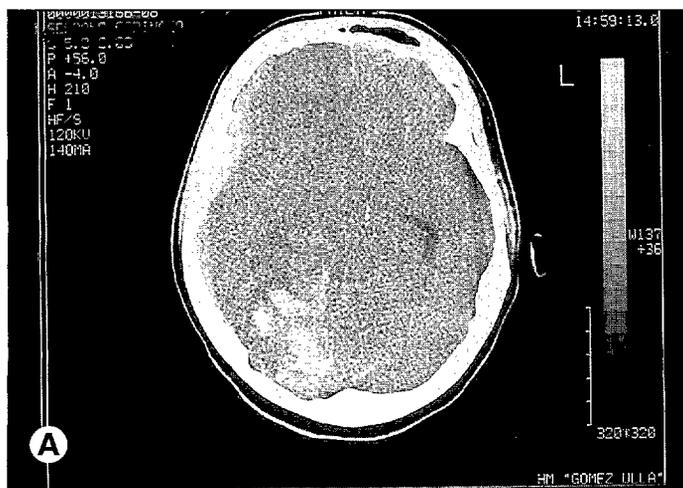


Figura 1. A) TAC craneal sin contraste de urgencia: hematoma subdural extenso e intraparenquimatoso occipital derecho. B) ARM axial TOF 3D: se aprecia un vacío de señal junto a la hemorragia occipital en relación a malformación arteriovenosa. C) Reconstrucción 3 D modelo de superficie de volumen. D) Arteriografía cerebral: malformación arteriovenosa menor de 3 cm dependiente de la ACPD y venas de drenaje.

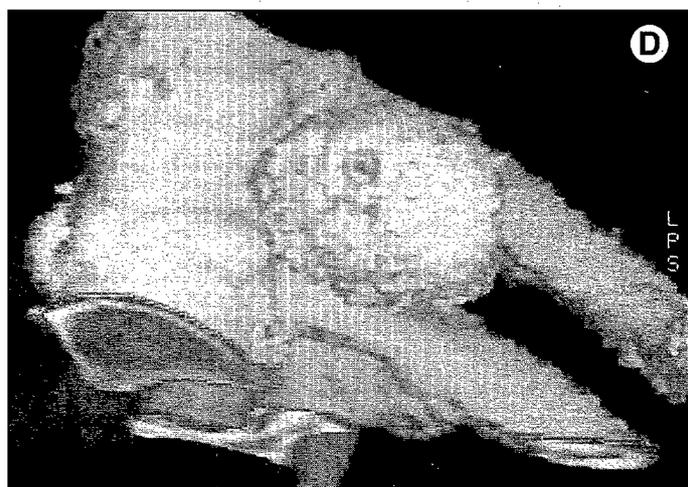
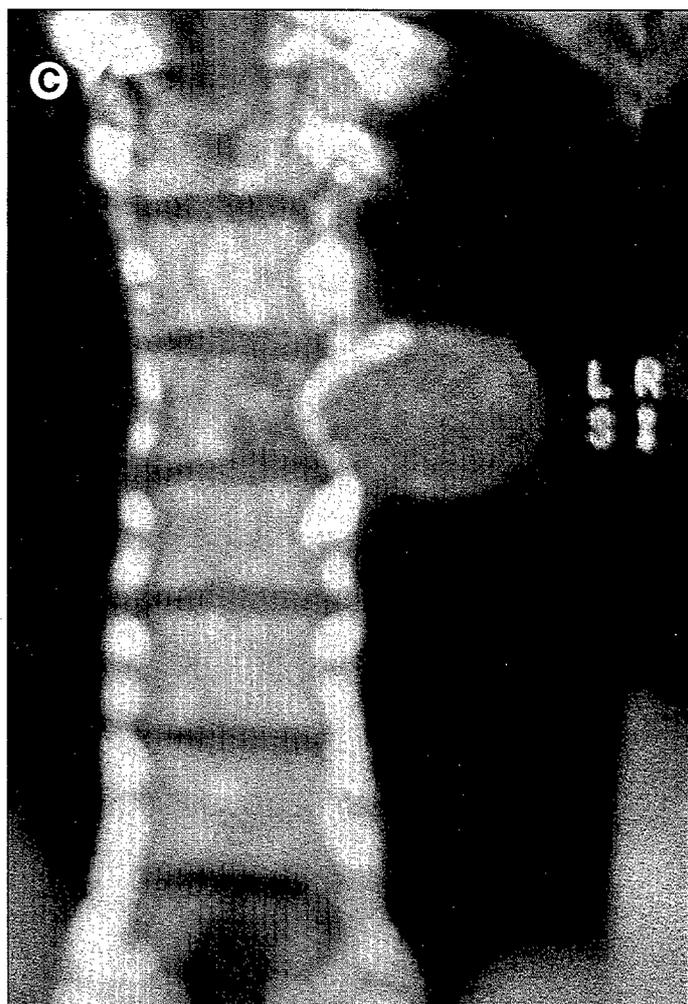
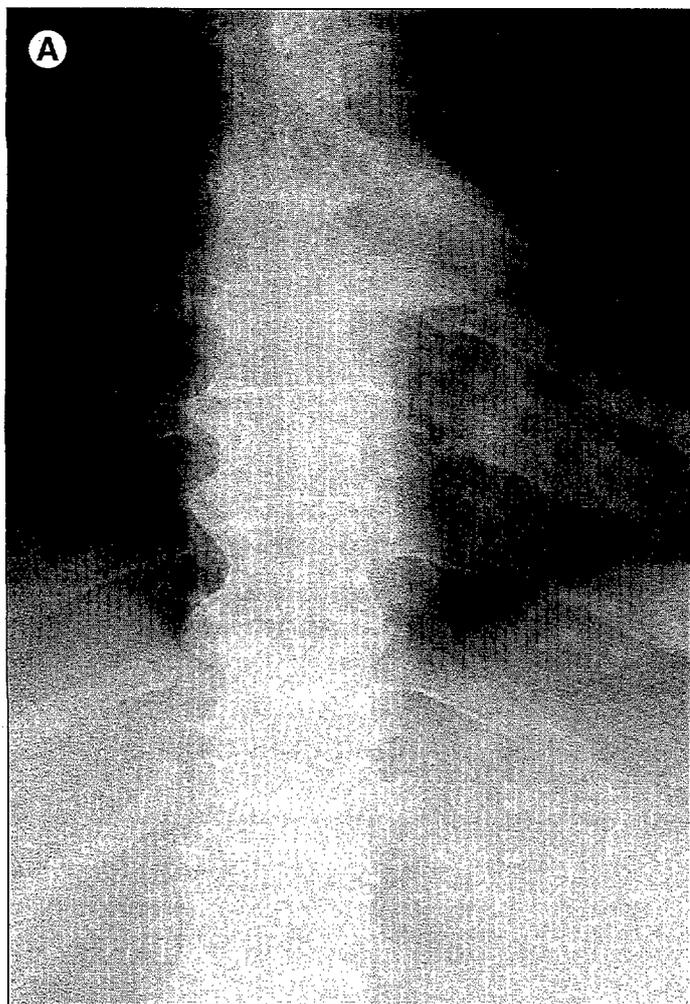


Figura 2. A) Radiografía simple de tórax: imagen redondeada hiperdensa localizada paravertebral dorsal a nivel D7. B) TAC: tumoración intra-extrarraquídea extradural. C) RM: tumoración paravertebral e hipointensidad de señal en cuerpo vertebral. D) Reconstrucción 3D que muestra las relaciones locales de la tumoración; es decir, apófisis y láminas vertebrales, costillas, etc.

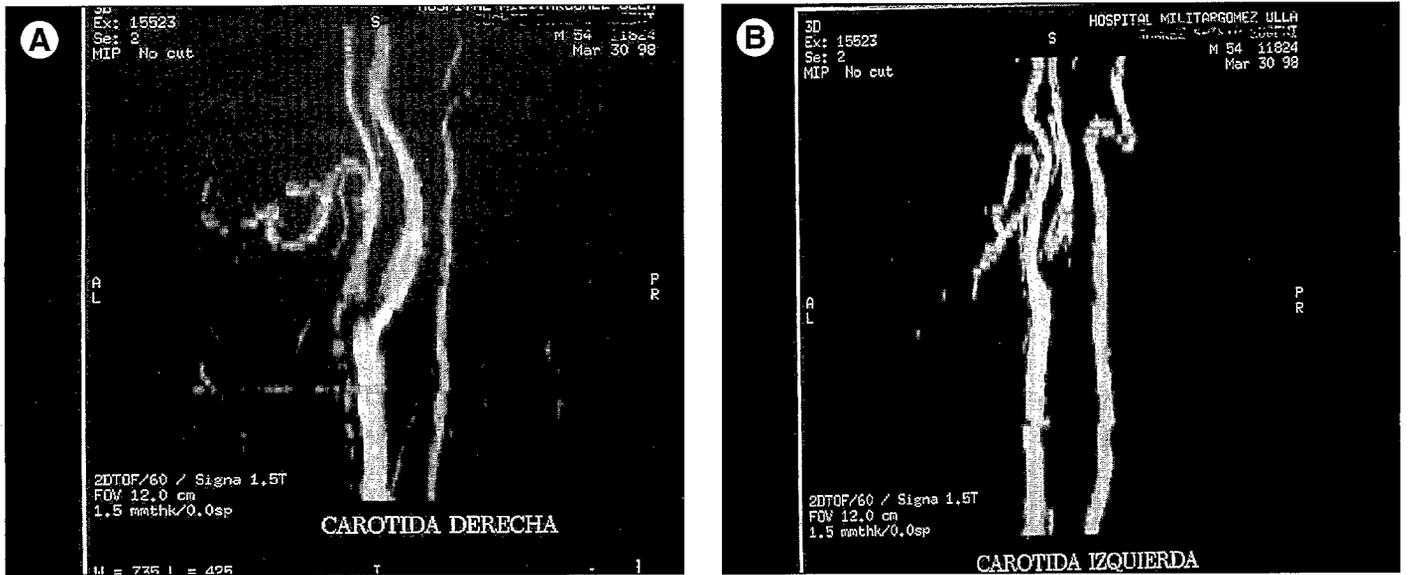


Figura 3. Reconstrucciones 3D MIP en ARM. A) y B) Estenosis bilateral crítica de la bifurcación carotídea.

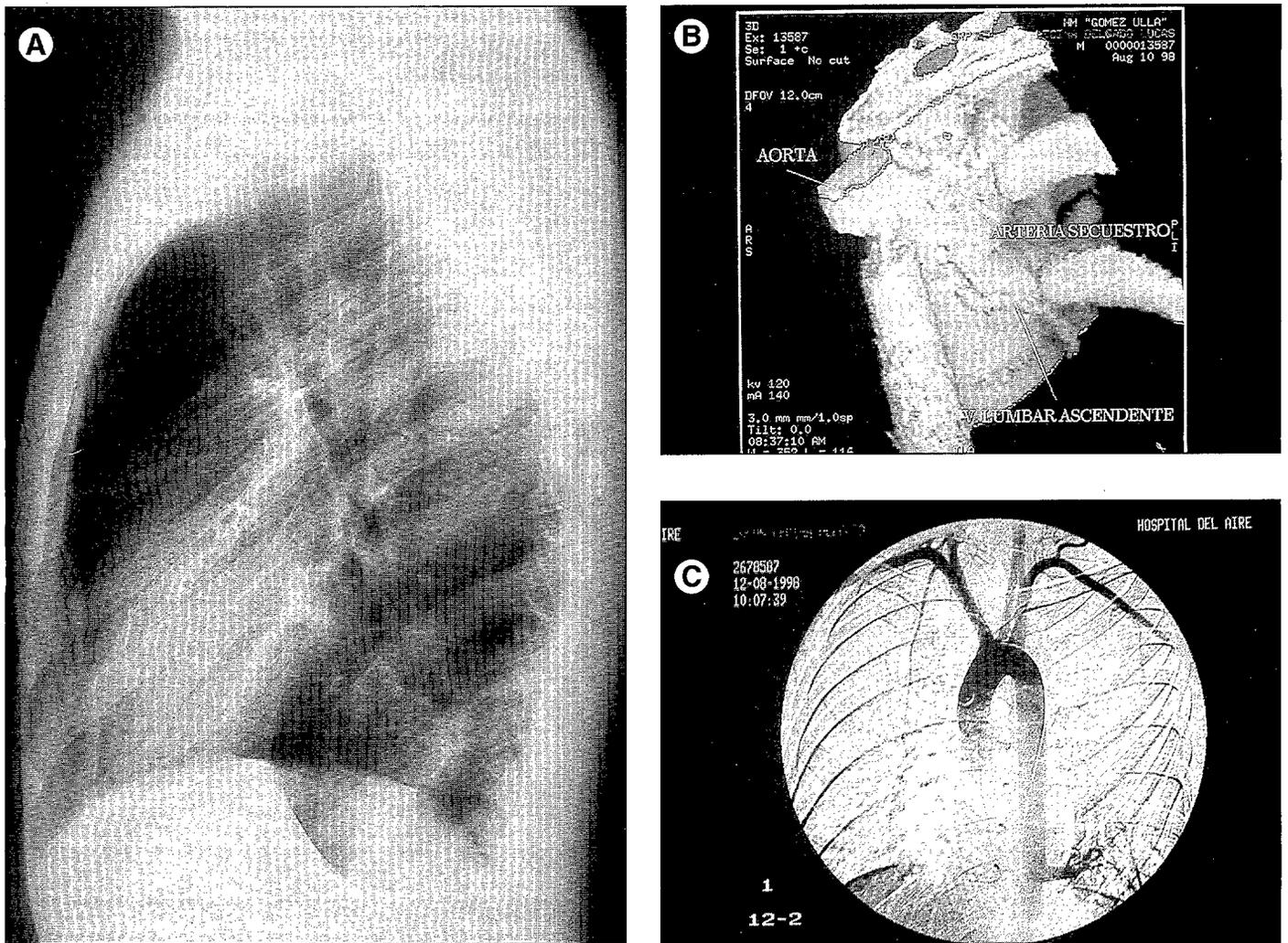


Figura 4. A) Radiografía lateral de tórax: aumento de densidad del espacio retrocardíaco. B) AngioTAC: se objetiva pedículo vascular de corto trayecto dependiente de la aorta torácica y sus relaciones anatómicas localmente. C) Aortografía: secuestro vascular pulmonar.

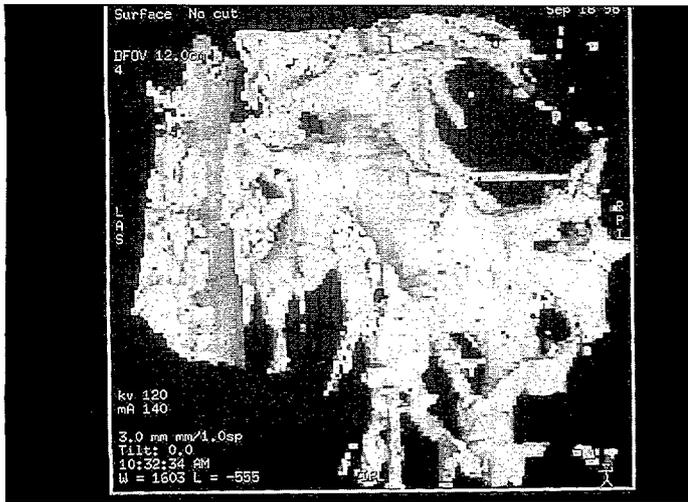


Figura 5. Reconstrucción 3D SSD: relaciones anatómicas de la megaectasia de los bronquios segmentarios posterior y lateral del LID.

DISCUSIÓN

Recientemente, García (1) ha referido que la utilidad real de las imágenes tridimensionales estaría por definir, sobre todo en lo concerniente a su influencia a la hora de decidir un tratamiento médico o quirúrgico. Actualmente, todo planteamiento quirúrgico, tal como describen Tacke *et al.* (2), está basado en las relaciones anatómicas de la lesión a abordar, en el sentido del aforismo «ver para cortar», al contrario del existente hasta hace unos años, cuando no existían técnicas de imagen con el desarrollo actual, que consistía en la exposición tisular y que descansaba en el aforismo «cortar para ver». Dichas relaciones anatómicas, que pueden estar distorsionadas o pueden limitar la exposición de la lesión, permiten el reconocimiento de las estructuras dividiéndolas en prescindibles, es decir, aquellas que se pueden eliminar sin ocasionar complicaciones, y en imprescindibles, cuyo daño va a condicionar una complicación o déficit intraoperatorio o postoperatorio.

En el paciente del caso I, el análisis de imagen obtenido en la estación de trabajo puede permitir, en primer lugar, planificar la craneotomía; en segundo lugar, programar el control visual y funcional del vaso nutricio para prevenir la posibilidad de clipaje del vaso ante una incidencia intraoperatoria, y, finalmente, la precisión de la fase operatoria, al realizar una incisión por una zona ya dañada y reconociendo estructuras clínicamente importantes por su relevancia funcional.

La utilización de protocolos reglados de imágenes tridimensionales en la visualización de la región espinal se ha aplicado desde hace años, como describen Zinreich *et al.* (3) en la valoración de la extensión del procedimiento quirúrgico, alineación del raquis y estenosis neural foraminal, así como en la posibilidad de desprender o volver a agregar interactivamente determinadas estructuras en una dirección, de forma similar a la disección, como han señalado Viraponse *et al.* (4). Estos procedimientos constituyen, como han descrito Kirchegeorg *et al.* (5), la simulación del procedimiento quirúrgico, en donde la neurocirugía es el campo en que más experiencias avanzadas se vienen realizando. En el caso II presentado, fue aconsejable la realización

de un abordaje posterior no puro de tipo costotransversectomía, con lo cual la costilla a resear debe ser la inmediatamente superior a la lesión. Si se hubiera objetivado mayor componente intrarraquídeo se hubiera planificado la laminectomía, y si la lesión presentase mayor extensión longitudinal, la planificación sería la resección del mismo número de costillas que cubriera la lesión.

La visualización de la bifurcación carotídea es una de las aplicaciones más frecuentes de la ARM, siendo la técnica más utilizada el TOF, especialmente la de volumen o 3D, ya que aumenta la relación señal ruido y la resolución y disminuye los artefactos. En el caso III, el posprocesamiento con MIP permite reconstrucciones en todos los planos del espacio, y tal como señala Schwartz (6), dicha técnica es más conveniente, en general, en esta vasculatura que el modelo SSD. El modelo MIP obtenido a partir de angiografía-TCH sería, en cambio, de elección en la evaluación del tamaño de la luz de los vasos, el efecto flujo de los vasos tortuosos y en glomus tumorales altamente vascularizados. Según las representaciones obtenidas, esto es, el grado de estenosis, la existencia de ulceración o placas calcificadas y su extensión, etcétera, se aplicarán terapias endovasculares o de cirugía vascular, tal como ha descrito Schwartz (7).

Recientemente, Wook *et al.* (8) han propuesto la angiografía TC como procedimiento de elección en pacientes con radiografía de tórax anormales y clínica sugestiva de secuestro pulmonar. Es más, el conocimiento quirúrgico de la angioarquitectura de las malformaciones arteriovenosas pulmonares ganaría relevancia en el resultado de la cirugía aplicada, como han descrito Remy *et al.* (9). En el paciente aportado en nuestro estudio (caso IV), el pedículo vascular era corto, aunque con una longitud suficiente para que el cirujano torácico pudiera realizar la ligadura del vaso. En cambio, ante un trayecto excesivamente corto se hubiera planificado una sutura del ostium del vaso por el cirujano vascular.

Kirchegeorg *et al.* (5) han señalado que el modelo MIP puede ser utilizado para visualizar el árbol traqueobronquial central, con la ventaja de que, a pesar de su anatomía tridimensional, toda la ramificación del bronquio lobar se encuentra en la misma proyección. Toulipoulos *et al.* (10) señalan la posibilidad de aplicación de la broncoscopia virtual, e incluso su ayuda en la planificación de la biopsia transbronquial, ya que al hacer transparente la pared de las vías aéreas gracias a la técnica de interpretación de volumen, permitiría visualizar las estructuras endobronquiales y peribronquiales en el mismo nivel. Aunque, en el caso V presentado, quizá tendría más relevancia la aplicación del modelo 3D de volumen con posibilidad de crear imágenes broncográficas, ya que, como recientemente han señalado Remy-Jardin *et al.* (11), éstas pueden identificar mejor las relaciones espaciales de anomalías congénitas o adquiridas en la compleja anatomía de las vías aéreas.

En definitiva, el objetivo primordial de la imagen creada por el radiólogo debería ser el de servir para el montaje de un escenario quirúrgico 3D con los elementos principales, esto es, lesión, sistema vascular, áreas de riesgo, etcétera, aislados y segmentados. Y sobre esta escena el cirujano planeará con una mayor precisión y menor improvisación sus acciones. De hecho, según Arenson *et al.* (12), la implementación de PACS (*picture archiving and communication systems*) en los últimos años debe

ría proporcionar a la asistencia médica hospitalaria una mayor eficacia, coste y calidad frente a los tópicos de cantidad en la productividad.

CONCLUSIONES

1. Las reconstrucciones tridimensionales de una estación de trabajo facilitan la demostración de las relaciones espaciales de la lesión con las estructuras anatómicas normales.
2. Posible optimización de las intervenciones quirúrgicas por conocimiento más exacto del substrato anatómico de asiento de las lesiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. García JM. La tomografía computerizada helicoidal y la estación de trabajo: introducción a una simbiosis. *Radiología* 1997; 39 (2): 91-102.
2. Tacke J, Klein HM, Bertalanffy H, et al. Clinical significance of three-dimensional helical CT in neurosurgery. *Minim-Invasive-Neurosurgery*. 1997; 40 (1): 30-5.
3. Zinreich SJ, Kennedy DW, Long DM, Carson BS, Dufresne CR. 3-D applications in neuroradiology. *Hospimédica*. Febrero, 1990; pp. 29-32.
4. Virapongse C, Shapiro M, Gnitro A, et al. Three-dimensional computed tomographic reformation of the spine, skull and brain from axial images. *Neurosurgery* 1986, 18 (2): 53-58.
5. Kirchgeorg MA, Prokop M. Increasing spiral CT benefits with postprocessing applications. *European Journal of Radiology* 1998; 28: 39-54.
6. Schwartz RB. Helical CT in neuroradiologic diagnosis. *Radiologic clinics of North America* 1995; 33 (5): 981-995.
7. Schwartz RB. Helical CT in neuroradiologic disease. En Rumbaugh C: *Cerebrovascular disease: imaging and intervencional diagnostic treatment options*. Ed. Igaku-Shoin. New York, 1995, pp. 188-201.
8. Wook J, Hyung J, Gi J, Jin M, Chung M, Ahn H. Angiography of the thoracic aorta. *Radiographics* 1996; 16: 811-824.
9. Remy J, Remy-Jardin M, Giraud F, et al. Angioarchitecture of pulmonary arteriovenous malformations: clinical utility of three-dimensional helical CT. *Radiology* 1994; 191: 657-664.
10. Touliopoulos P, Costello P. Helical CT of the thorax. *Radiologic clinics of North America* 1995; 33 (5): 843-861.
11. Remy-Jardin M, Remy J, Artaud D, et al. Volumen rendering of the tracheobronchial tree: clinical evaluation of bronchographic images. *Radiology* 1998; 208: 761-770.
12. Arenson RL, Chakraborty DP, Seshadri SB, Kundel HL. The digital imaging workstation. *Radiology* 1990; 176: 303-315.