

Aplicación de la tomografía computada con reconstrucción tridimensional en cirugía maxilofacial

C.D. Norberto Jiménez Cruz,* Myr. C.D. Joel Omar Reyes Velásquez**

Hospital Central Militar. Ciudad de México.

RESUMEN. La evaluación radiográfica de los pacientes con alteraciones de la región maxilofacial es de gran importancia ya que la radiografía ha sido el auxiliar de diagnóstico más utilizado para establecer tanto el diagnóstico como el plan de tratamiento en cada caso específico, pero en ocasiones el estudio radiográfico simple no proporciona la información necesaria para establecer el diagnóstico y el plan de tratamiento adecuado.

La utilización de la tomografía computada con reconstrucción tridimensional en los pacientes con alteraciones de la región maxilofacial como trauma, alteraciones de crecimiento y desarrollo y la presencia de neoplasias o procesos infecciosos ha permitido obtener imágenes de alta calidad desde los diferentes ángulos de visión con lo que se puede establecer un diagnóstico y un plan de tratamiento más exactos.

Esto se ha logrado mediante la utilización del tomógrafo helicoidal, el cual es en la actualidad el que nos puede proporcionar mejores imágenes en tercera dimensión con un mínimo de tiempo para tomar el estudio.

Palabras clave: facial, reconstrucción, tomografía computada, tridimensional.

La evaluación radiográfica del paciente con trauma facial es de vital importancia. En la actualidad se pueden llevar a cabo reconstrucciones automáticas de las estructuras óseas de la región maxilofacial lo cual nos da un panorama preoperatorio del trauma facial, en este caso la tomografía computada con reconstrucción tridimensional (TC-3D) per-

SUMMARY. The radiographic evaluation of patients with maxillo-facial disturbances is very important as the most employed auxiliary diagnostic method. However, in some cases the common radiographic study does not give us the necessary information to establish the proper diagnostic and treatment.

The utilization of computed tomography with tridimensional construction in patients who have maxillofacial disturbances as: trauma, disturbances in their development and growth, presence of neoplasms of infectious disease, has allowed to obtain good quality X-rays from different angles.

In this way, we can establish more precise diagnosis. These results have been obtained with the utilization of the helicoidal tomographer which is the best option today, since it gives us the best images in third dimension through a minimum time to perform the study.

Key words: reconstruction, facial, computerized tomography, three-dimensional.

mite ver con exactitud la extensión de una fractura conminuta en la región facial permitiendo detectar el desplazamiento de los fragmentos óseos, también es de gran ayuda en los casos de fracturas de la órbita en donde no se puede valorar con exactitud la dimensión de la fractura mediante los estudios radiográficos simples, sobre todo si mencionamos que en la actualidad los estudios de TC-3D han mejorado la resolución de sus imágenes, en particular el tomógrafo helicoidal el cual ha eliminado la presencia de distorsiones en las imágenes en tercera dimensión (3D). Esta es sólo una de las muchas aplicaciones potenciales de esta nueva tecnología, otras aplicaciones incluyen la evaluación de neoplasias en donde la TC-3D proporciona una imagen de la erosión que pueden provocar en el hueso y su relación con estructuras vecinas, también se utiliza para evaluar alteraciones del cráneo y dentofaciales.¹⁻⁴

* Residente de tercer año del curso de especialización y residencia en Cirugía Maxilofacial de la Escuela Militar de Graduados de Sanidad (EMGS).

** Jefe del Curso de Especialización y Residencia en Cirugía Maxilofacial de la EMGS Jefe del Servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital Central Militar.

Correspondencia:

C.D. Norberto Jiménez Cruz

Hospital Central Militar. Lomas de Sotelo, D.F. 11649.

La imagen de la tomografía computada (TC) fue desarrollada por Hounsfield en 1972. Los primeros estudios de la TC fueron imágenes de estructuras intracraneales sin presentar muchos detalles de las mismas, pero con el desarrollo tecnológico mejoraron estos estudios, progresivamente la introducción de tomógrafos de cuerpo entero en los Estados Unidos de América a mediados de los 70, incrementó sus capacidades de diagnóstico.

La primera imagen en 3D fue obtenida por Artzy Herman y Liu en 1979, y fue utilizada en cirugía maxilofacial por Vannier y cols, en 1984.⁶

La TC-3D ha demostrado ser el método efectivo y altamente automatizado para la valoración de las estructuras óseas, se han realizado estudios en cadáveres para obtener reconstrucciones en 3D utilizando aparatos diversos que estudian la posición de las estructuras y la relación que guardan entre ellas.

La TC-3D puede ser utilizada para la evaluación de alteraciones craneofaciales como la sinostosis y malformaciones del macizo facial de origen congénito las cuales demuestran con mayor facilidad la localización de las lesiones, así como para determinar las características de las mismas logrando obtener un diagnóstico mas adecuado y realizar una mejor planeación preoperatoria. Las imágenes obtenidas para estos estudios son realizadas en la sección de estudios de alta resolución.⁸⁻¹¹

Otras alteraciones posibles de detectarse utilizando la TC-3D pueden ser las malformaciones que se presentan en la articulación témporo-mandibular, las cuales en muchas ocasiones no pueden ser detectadas mediante estudios radiográficos simples. Otra aplicación del estudio se basa en el diagnóstico de asimetría mandibular y en general de todas las alteraciones dentofaciales que involucren el crecimiento y desarrollo del macizo facial, esto mejora la planeación del tratamiento en los casos de cirugía ortognática en donde se planea de manera más exacta la operación que se va a realizar.^{7,12,13}

La utilización de la TC-3D para evaluar el estado de los procesos alveolares tanto del maxilar como de la mandíbula ha sido de gran interés ya que permite observar la calidad y cantidad de hueso existente y planear la toma de un injerto óseo que pueda ser colocado en un proceso alveolar deficiente.¹⁴

En el caso de la implantología este tipo de estudio es de gran ayuda que se obtiene con él una imagen exacta del cuerpo de la mandíbula con el proceso alveolar, pudiendo realizarse cortes para ver la ubicación del nervio dentario inferior y en el caso del maxilar determinar la ubicación del seno maxilar para evitar la lesión de esta estructura al realizar la colocación de implantes dentales intraóseos. Este estudio es manejado por especialistas en implantología y cirugía maxilofacial como valoración preoperatoria ya que ofrece una imagen real de los límites y detalles de las estructuras óseas.^{6,15}

La aplicación de la TC-3D en la cual se realiza la desarticulación de las estructuras óseas tiene un uso especial en la planeación del tratamiento quirúrgico de la mandíbula, ya que permite la visión directa de los múltiples planos en

donde se facilita la valoración de lesiones traumáticas, desarrollos neoplásicos o inflamatorios.¹⁶ En pacientes que presentan paladar hendido, la desarticulación de la mandíbula es de gran ayuda, ya que con esto se visualiza de manera directa toda la trayectoria fisural desde una vista inferior del paladar.¹⁶

Otra de las aplicaciones encontradas para la TC-3D es la planeación de los procedimientos de cirugía ortognática mediante un sistema de cómputo utilizando cortes de TC y cefalogramas, esto ayuda a realizar una cirugía simulada en 3D y permite ver los resultados del tratamiento quirúrgico que se desea desarrollar.

La utilización de la TC-3D para la valoración de los pacientes que se encuentran bajo tratamiento de ortodoncia y que además son candidatos para cirugía ortognática en ocasiones supera la utilización del cefalograma frontal y del cefalograma lateral ya que es posible la valoración de tejido óseo pero también de tejidos blandos de manera mas exacta.^{17,18}

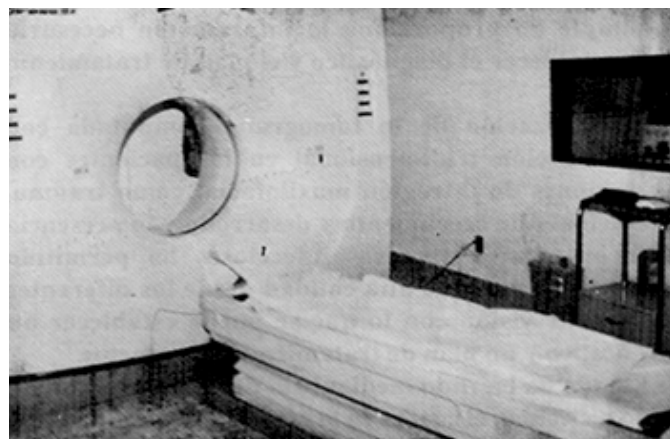


Figura 1. Tomógrafo computado del Servicio de Radiología e Imagen del Hospital Central Militar modelo XPRESS/SX HELICOIDAL TOSHIBA el cual se utilizó para este estudio, siendo además uno de los más modernos en nuestro país.



Figura 2. Vista de la consola en donde se procesa la información e imágenes obtenidas del tomógrafo, del lado derecho se observa la cámara láser para impresión en placa radiográfica SCOPIX LR 3300 AGFA.

Uno de los inconvenientes para realizar la TC-3D es que se trata de un estudio de costo elevado por lo que no puede ser aplicado rutinariamente en todos los casos en los que podría ser de gran ayuda.

Material y métodos

El estudio se realizó en dieciocho pacientes derechohabientes, militares y civiles que fueron atendidos en el servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital Centro Militar. Las edades oscilaron entre los 3 y los 84 años. Dentro de los criterios de inclusión se realizó el estudio a pacientes con trauma facial, con alteraciones dentofaciales, específicamente con problemas de crecimiento y desarrollo del maxillo facial, con patología degenerativa y alteraciones morfológicas de la articulación temporo-mandibular, pacientes con procesos neoplásicos y procesos infecciosos; no se tuvo predilección por sexo ni edad. Dentro de los criterios de exclusión, los cuales fueron relativos, se consideraron a pacientes que se encontrasen en periodos de gestación y pacientes con antecedentes de claustrofobia o alteraciones de tipo psiquiátrico. En el caso de pacientes en periodo de gestación la utilización del mandil de plomo es la barrera de protección mas conveniente, aunque no fuera necesaria su utilización ya que no hubo pacientes que se encontraran en esa situación. Tampoco se presentaron pacientes con alteraciones psiquiátricas o de claustrofobia en los cuales hubiera sido necesaria la sedación endovenosa a base de benzodiazepinas.

Para realizar el procedimiento técnico de la reconstrucción tridimensional es preferible que el paciente se encuentre libre de objetos metálicos, tales como aretes o cadenas; no es necesario el ayuno, el enfermo permanece conciente y el estudio consta de los siguientes pasos:

- 1) Se coloca al paciente en la camilla del tomógrafo, 2) se realiza el barrido helicoidal de acuerdo con un rango específico dependiendo de la zona corporal en estudio, 3) se reconstruyen las imágenes de acuerdo con el protocolo 3D (por ej. vistas axiales cada 1 o 2 mm), 4) se crea un volumen de la información obtenida para conformar todas las imágenes en 3D, 5) se salva el volumen, 6) Se escoge un protocolo 3D, a) para hueso, b) para piel, c) vascular, y 7) se forma la imagen de acuerdo a la orientación deseada.

Para este estudio en particular se utilizó un tomógrafo computado helicoidal modelo XPRESS/SX TOSHIBA calibrado a 135 kv y 35 Ma por corte radiográfico, (Figura 1), consola para el procesamiento de la información (extensión con procesador SUNSPARC 20). La impresión de las imágenes se realizó utilizando una cámara láser para impresión en placa radiográfica SCOPIX LR 3300 AGFA (Figura 2).

Resultados

De acuerdo con la situación en el ejército, se atendieron: 8 pacientes militares (44%), 9 derechohabientes (50%) y un civil (05.5%) (Cuadros 1, 2 y 3).

En relación con el sexo se atendieron: 7 pacientes del sexo femenino (38.8%) y 11 del masculino (61.1%).

De acuerdo con la patología que presentaron, se atendieron: 6 pacientes con trauma facial (33.3%), 7 con alteraciones dentofaciales (38.8%) y 5 con neoplasias o procesos infecciosos (27.9%).

De los 6 casos con trauma facial, se presentaron: 4 con fractura mandibular, siendo tratadas con reducción abierta y 2 con fractura de malar siendo tratadas con reducción abierta mediante un abordaje intraoral.

De los 7 casos de alteraciones dentofaciales, se presentaron: 4 con prognatismo mandibular e hipoplasia del tercio medio facial, tratados con osteotomía sagital mandibular bilateral y colocación de injertos óseos, un caso con mordida abierta anterior, tratada con osteotomía segmentaria de Wasmund y 2 con asimetría facial y laterognasia, tratados



Figura 3. En esta imagen obtenida mediante una proyección anteroposterior se observan dos trazos de fractura en la mandíbula, uno de ellos en el ángulo del lado izquierdo el cual se encuentra desplazado severamente, el segundo trazo de fractura se presenta en la región parasinfisaria del lado derecho entre el canino y el primer premolar, este trazo no se encuentra con un desplazamiento severo pero sí se puede observar que debido a los dos trazos de fractura existe pérdida de la oclusión.

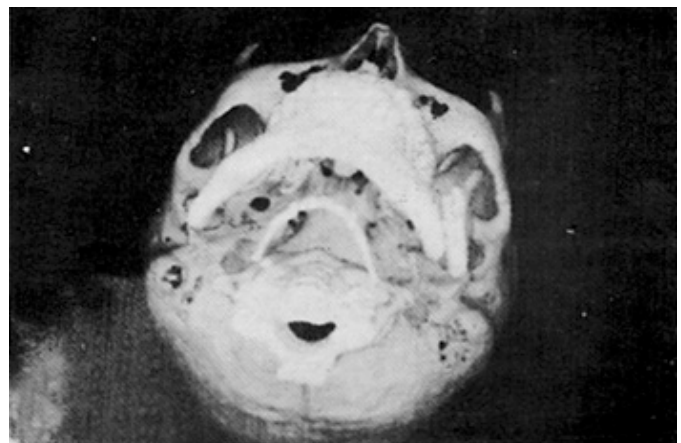


Figura 4. Esta vista inferior muestra perfectamente los trazos de fractura de mandíbula en su ángulo izquierdo y en la región parasinfisaria derecha, en esta proyección no se presenta superposición de imágenes por lo que su visión es mejor que en el caso de una radiografía de Watters.

con osteotomía Le Fort I de nivelación y osteotomía sagital mandibular bilateral.

De los 5 casos con neoplasias o procesos infecciosos, se presentaron: un caso de ameloblastoma en mandíbula tratado con enucleación, 3 casos de osteomielitis en mandíbula, tratados con limpiezas quirúrgicas, y un caso de quiste en mandíbula, tratado con enucleación.

La edad promedio de los pacientes fue la siguiente: trauma facial: 24.6 ± 5 años, alteraciones dentofaciales: 20.7 ± 11 años y neoplasias o procesos infecciosos: 24.7 ± 11 años.

Las imágenes obtenidas fueron seleccionadas valorando la ubicación de la lesión, las estructuras involucradas y las dimensiones de la misma. En el caso de los pacientes con trauma facial en los cuales estaba involucrada la mandíbula (Figuras 3 y 4) la utilización de las vistas frontal e inferior fue de gran utilidad; este mismo tipo de proyecciones fue utilizado en los casos de procesos neoplásicos que afecta-

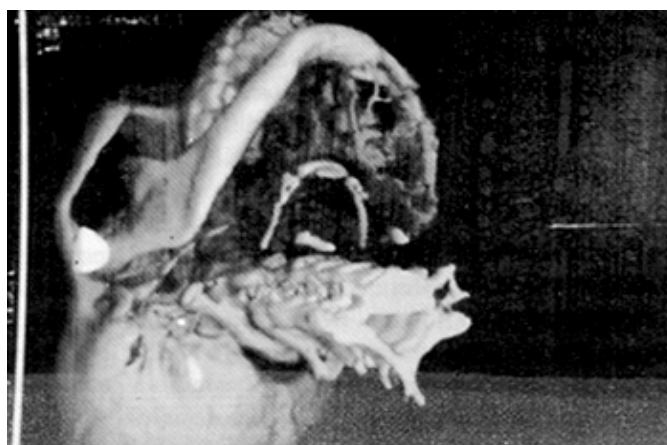


Figura 7. En esta proyección oblicua podemos observar la destrucción provocada por una ameloblastoma del cuerpo mandibular izquierdo. Presenta destrucción y perforación de ambas corticales mandibulares a nivel del cuerpo y destrucción de la cortical lingual en dirección del ángulo mandibular.

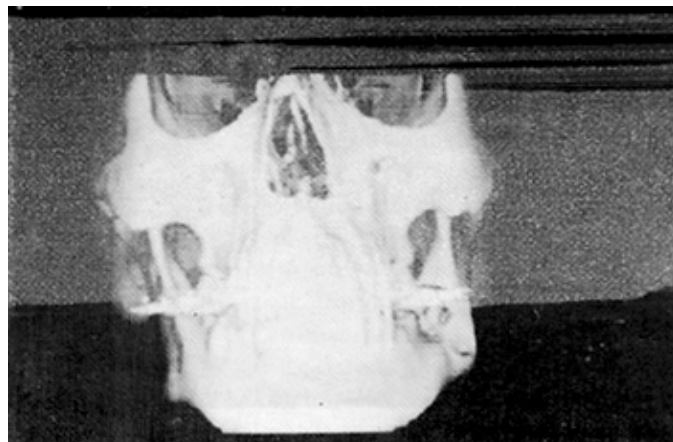


Figura 5. Imagen anteroposterior de un paciente que presenta una lesión en la región del ángulo mandibular izquierdo correspondiente a un quiste de origen dental, en donde se puede observar la pérdida de tejido óseo y la extensión de la lesión.

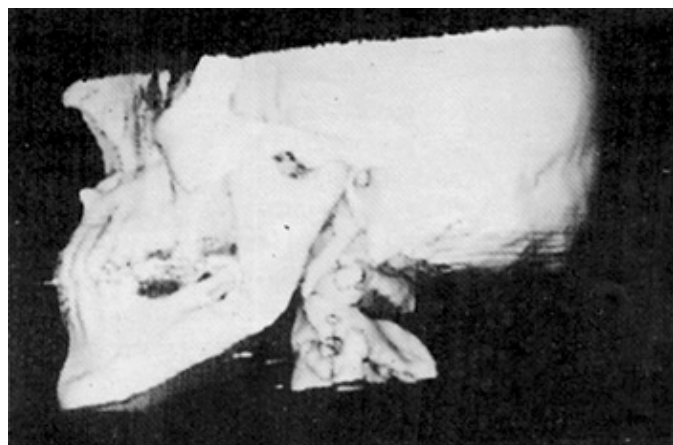


Figura 6. Vista lateral de una reconstrucción tridimensional en donde se observa una lesión correspondiente a un quiste de origen dental en el ángulo mandibular izquierdo en donde a diferencia de la vista anteroposterior, aquí podemos observar la perforación de las corticales mandibulares debido a la extensión de la lesión.



Figura 8. En esta vista posterior podemos observar y comparar la amplia destrucción del cuerpo mandibular del lado izquierdo con respecto al lado derecho, esto gracias a que se realizó un corte en la imagen de las vértebras cervicales.

ron a la mandíbula (Figuras 5 y 6) incluyendo proyecciones oblicuas y posteriores en donde se realizaron cortes en las imágenes para poder tener una mejor visión (Figuras 7 y 8).

Todos estos tratamientos fueron realizados con base en los datos obtenidos clínicamente y corroborados con la TC-3D la cual nos proporcionó la ubicación y dimensión exactas de cada uno de los casos estudiados (Figuras 9, 10 y 11).

Discusión

Los auxiliares en el diagnóstico de las alteraciones que se pueden presentar en la región maxilofacial son variados y estos van a ser utilizados dependiendo de las circunstancias que se presenten así como del tipo de alteración que se pretenda diagnosticar. En este trabajo se realizaron estudios radiográficos simples a los pacientes tratados, estos estudios constaron de una radiografía posteroanterior y lateral de cráneo, orto-

pantomografía, serie de senos paranasales, radiografía de Waters, Towne y tomografía lineal de la articulación temporo-mandibular bilateral, utilizándolos cada uno de ellos en los casos específicos dependiendo de la patología que se presentara. En muchas ocasiones estos estudios no proporcionaron la información suficiente para establecer un buen diagnóstico por lo que se aplicó la TC-3D, por ejemplo en el caso de neoplasias que afectan la región mandibular como el ameloblastoma la TC-3D nos auxilió para determinar el plan de tratamiento debido a que mostró exactamente las dimensiones de la lesión lo cual no se había podido obtener con los estudios simples.

Existen otro tipo de estudios como la Resonancia Magnética y la Tomografía Computada Simple, que también son de gran ayuda en el diagnóstico de patología de la región maxilofacial pero no proporcionan una visión tan real y exacta de los límites que pueda abarcar una lesión como lo hace la TC-3D la cual tiene una resolución de imagen de 0.6 a 1 mm. formando con esto una imagen en tercera dimensión con los detalles bien definidos.

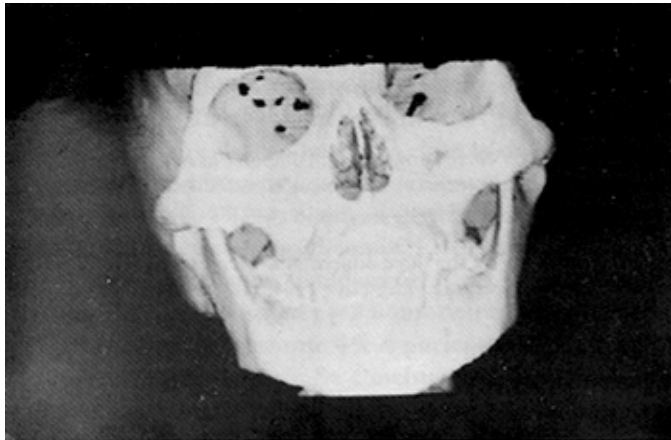


Figura 9. Imagen en tercera dimensión del macizo facial en donde se observa la asimetría facial comparando el nivel del reborde infraorbitario, el borde anterior de las ramas ascendentes y el nivel de los ángulos mandibulares, tanto del lado afectado como del lado normal.

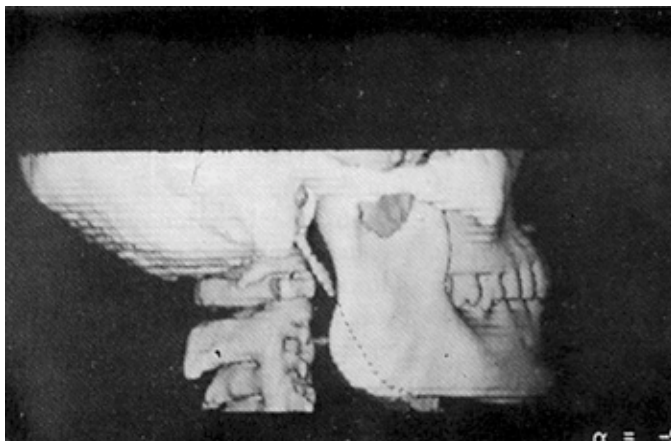


Figura 10. Vista lateral en tercera dimensión de un paciente que presenta hiperplasia del ángulo mandibular, se observa la línea punteada que marca la zona de osteotomía planeada por el cirujano.

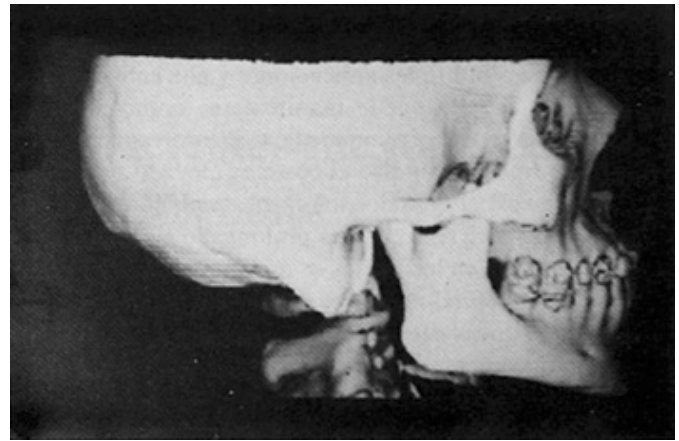


Figura 11. Imagen en tercera dimensión con vista lateral de la región del macizo facial en donde mediante su valoración radiográfica se puede observar una biprotrusión maxilomandibular leve, observándose alteraciones de imágenes a nivel de los órganos dentarios, las cuales corresponden a aparatología fija en tratamiento de ortodoncia (brackets).

Cuadro 1.

Situación:	No. de ptes.	Porcentaje
Militares	8	44.4
Derechohabientes	9	50.0
Civiles	1	5.5
Total	18	100.0

Fuente: Servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital Central Militar.

Cuadro 2.

Sexo:	No. de ptes.	Porcentaje
Femenino	7	38.8
Masculino	11	61.1
Total	18	100.0

Fuente: Servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital Central Militar.

Cuadro 3.

Patología:	No. de ptes.	Porcentaje
Trauma facial	6	33.3
Alteraciones dentofaciales	7	38.8
Neoplasias o procesos infecciosos	5	27.9
Total	18	100.0

Fuente: Servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital Central Militar.

Se considera que la TC-3D es de gran ayuda para establecer un diagnóstico en pacientes con antecedentes de trauma facial,^{1,2} siendo ésta sólo una de sus múltiples aplicaciones ya que también se emplea en pacientes con alteraciones craneofaciales, trastornos de la articulación tempo-

romandibular, así como procesos infecciosos o neoplásicos de la región maxilofacial.

Debido a sus múltiples aplicaciones y alta calidad de las imágenes la TC-3D puede manifestarse como el mejor auxiliar de diagnóstico, aunque algunos autores mencionan que en este tipo de estudios el costo es elevado por lo que no se puede aplicar en todos los casos, también mencionan que el tiempo para realizarlo es prolongado a comparación de otros estudios en los cuales se toma un menor tiempo.^{1,7} Esto en la actualidad no representa tanta validez debido a que el tiempo que se emplea es mínimo para este estudio, se requieren únicamente de 10 a 12 seg. de exposición a a radiación y de un minuto y medio a dos minutos para realizar la reconstrucción tridimensional y agregando el tiempo de revelado e impresión de las imágenes no se requiere de mas de diez minutos para obtener un estudio de alta calidad.

El costo promedio de este estudio es de \$ 1,600.00 a \$2,000.00 pudiendo ser éste un obstáculo en pacientes de bajo recursos económicos, instituciones del Sector Salud que cuentan con este equipo.

Referencias

1. P de Marino David. Three-dimensional computed tomography in maxillofacial trauma. *Arch Otolaryngol Head and Neck Surg* 1986; (12): 146-150.
2. Mayor JS. The role of three-dimensional computed tomography in the management of maxillofacial trauma. *The Journal of Trauma* 1986; (28): 1043-1053.
3. Mevio E. Spiral computerized tomography with tridimensional reconstruction (spiral 3D-CT) in the study of maxillofacial pathology. *Acta Otorhinolaryngol* 1995; (15): 443-448.
4. Mommaerts MY. Assessment of the damages by orbital blow-out fractures. *Acta Chir Belg* 1993; (93): 201-206.
5. Russell JL. Computed tomography in the diagnosis of maxillofacial trauma. *British J and Maxillofacial Surgery* 1990; (28): 287-291.
6. Lill PW. Reproducibility of three-dimensional at assisted model production in the maxillofacial area. *British J of Oral and Maxillofacial Surg* 1992; (30): 233-236.
7. Moadbab M. Temporomandibular joint: Computed tomography three-dimensional reconstruction. *Am J Orthodontic* 1985; (88): 342-352.
8. Pariss M. Evaluation of cranesynostosis whit three-dimensional CT imaging. *J of Computed Assisted Tomography* 1989; (13): 1006-1012.
9. Marsh L. The three dimension in craniofacial surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery* 1983; 759-67.
10. Hemmy DC. Three-dimensional reconstruction of craniofacial deformity using computed tomography. *Neurosurgery* 1983; (13): 534-541.
11. Marchetti C. The role of 3D-CT in the treatment of maxillofacial malformations. *Minerva-Stomatol* 1993; (42): 513-523.
12. Mutoh Y. Three-dimensional analisis of condylar hyperplasia whit computed tomography. *J Cranio-Max-Fac. Surg* 1991; (19): 49-55.
13. Fuhemann RAW. Treatment prediction whit three-dimensional computer tomographic skull models. *American J of Orthodontics and dentofacial orthopedics* 1994; (19): 156-160.
14. Bradick P. Estimation of maxillary alveolar cleft volume by three-dimensional CT. *J of Computer Assisted Tomography* 1990; (14): 994-996.
15. Villari N. Diagnostic contribution of CT in implantology: use of a new Denta-Scan reconstruction program. *Radio Med Torino* 1992; (83): 608-614.
16. Schellhas KP. Three-dimensional computed tomography in maxillofacial surgical planning. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1988; (114): 438-442.
17. Cutting C. Three-dimensional computer assisted design of craniofacial surgical procedures: Optimization and interaction with cephalometric and CT-based models. *Plastic and Reconstructive Surgery* 1986; (77): 877-887.
18. Lipezynski R. The three dimensional reconstruction and monitoring of facial surfaces. *Med Eng Phys* 1994; (16): 249-252.