

# Radiografía sin película.

## Actualización en Diagnóstico por la Imagen en Odontostomatología.



**Ortega Aranegui, Ricardo.** <sup>(1)</sup>

**Meniz García, Cristina.** <sup>(1)</sup>

**Madrugal Martínez-Pereda, Cristina.** <sup>(1)</sup>

**López-Quiles Martínez, Juan.** <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Prof. Asoc. Departamento Estomatología III. U.C.M.

**Indexada en / Indexed in:**

- IME.
- LATINDEX.

### RESUMEN

*Los continuos avances tecnológicos y la incorporación de técnicas no basadas en los rayos X han hecho que el concepto clásico de la radiología haya sufrido importantes modificaciones, aceptándose como más adecuado el término Diagnóstico por Imagen. La aplicación de la informática, con sus espectaculares resultados, permite obtener imágenes radiográficas sin película y el desarrollo de técnicas como la TC o la RM. Los programas informáticos de planificación quirúrgica han demostrado su potencial. Las redes de comunicación facilitan la transmisión de datos a distancia, pudiendo hablarse de telediagnóstico, y los sistemas de archivo permiten el acceso inmediato a la información almacenada.*

### PALABRAS CLAVE:

*Diagnóstico por Imagen; Radiología digital; Tomografía computarizada.*

### Correspondencia:

Ricardo Ortega Aranegui  
Ayala, 58  
28001 MADRID  
drortega@dbortega.es

### Radiography without film. Actualization in Diagnostic for the image in Odontostomatology.

### ABSTRACT

*The continuous technological advances and the techniques incorporation not based in X rays have made that the classic concept of radiology changed suffering important modifications, accepting the most suitable the meaning of diagnostic by image. The application of informatics, with their spectacular results, allows to obtain radiographic images without film and the development of the TC or RM techniques. The informatics programs of surgical planning have proved their potential. The communication nets makes easy the transmission of facts talking about telediagnostic and the archive system permits the immediate access to the stored information.*

### KEY WORDS:

*Image Diagnostic; Digital Radiology; Computed tomography.*

Fecha de recepción: 9 de enero de 2006

Fecha de aceptación para su publicación: 17 de enero de 2006

### INTRODUCCIÓN

El hombre actual está acostumbrado a incorporar a su vida cotidiana soluciones técnicas y aparatos que solamente unos pocos años antes no habría podido imaginar. El apa-

sionante avance de las comunicaciones, sumado a las millonarias campañas publicitarias, hace que conozca la existencia de estas novedades nada más desarrollarse, las acepte como normales y se beneficie de ellas.



En Medicina, y naturalmente en Odontología, las innovaciones no son menos espectaculares, llegando igualmente su conocimiento al paciente de forma prácticamente inmediata.

Es ineludible para el profesional la obligación de conocer las técnicas relacionadas con su especialidad, estar al corriente de sus modificaciones, incorporar las de nueva aparición y hacer uso de ellas cuando son de utilidad. Es también preceptivo conocer las limitaciones de cada técnica y las complicaciones que pueden originar en el paciente.

#### **DE LA RADIOLOGÍA AL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN (DI).**

El desarrollo y utilización de nuevas técnicas de diagnóstico no basadas en los rayos X aconsejó sustituir la palabra Radiología, o más recientemente Radiodiagnóstico (ya que en la primera se engloba la Radioterapia), para referirse a la especialidad cuyo objetivo principal es la realización del diagnóstico.

Existe todavía una gran controversia entre los propios profesionales sobre cuál es el término que define con más acierto el conjunto de técnicas diagnósticas disponibles, conocidas clásicamente como radiológicas, siendo Diagnóstico por la Imagen (DI) el más consensuado, ya que hace referencia a su principal objetivo, introduce la palabra Imagen y permite la inclusión también de aquellas técnicas diagnósticas basadas en otros procedimientos disponibles distintos a los rayos X, como la Resonancia Magnética o la Ecografía, además de estar abierto a otras nuevas técnicas aun por desarrollar.

No solo en su denominación, la Radiología clásica ha sufrido un gran cambio, ya que incorpora continuamente a sus procedimientos los avances establecidos en otras áreas de la vida y añadiendo nuevas técnicas, solo posibles gracias al desarrollo de los sistemas informáticos, sin lugar a dudas el gran motor de la evolución de las técnicas diagnósticas. La utilización de procesadores cada vez más rápidos a la vez que más accesibles permite un avance exponencial, consiguiéndose resultados hasta ahora inimaginables. Podría decirse que la confluencia de la Informática y de la Radiología permite el desarrollo del Diagnóstico por Imagen.

Es necesario, por tanto, entender el DI como un conjunto de técnicas complementarias al alcance del profesional que le aportan una información valiosa para conseguir establecer y, en algunos casos, confirmar, el diagnóstico, pero que se encuentra en una evolución constante que requiere una formación continuada para aprovechar su máxima capacidad.

El no menos espectacular desarrollo de los sistemas de comunicación introduce también cambios en el concepto del DI, ya que permite la interconexión inmediata entre diferentes puestos de un mismo departamento, diferentes departamentos o incluso entre lugares totalmente distantes, lo que facilita la realización de un diagnóstico por parte de diferentes profesionales o por especialistas de reconocido prestigio sobre un determinado tipo de patología. Igualmente, permite ahorrar tiempo, ya que el especialista prescriptor puede recibir la exploración de forma inmediata directamente en su puesto de trabajo.

El desarrollo de la Web está sufriendo un crecimiento explosivo, hablándose ya hoy de Autopistas de la Información o también, en expresión más reciente, de Infocosmos, espacio virtual en el que se sitúa la información de cualquier ramo o saber, accesible para todo el mundo.<sup>1</sup> Se entiende por Teleenseñanza el conjunto de actuaciones que, utilizando la tecnología actual de sistemas multimedia, informática y comunicaciones, permite llevar el conocimiento de los expertos y su capacidad de entrenamiento allí donde es necesario, sin importar la distancia, la época del año o el horario, ni cualquier otra circunstancia. La telemedicina y la telerradiología, aunque son conceptos que no pueden calificarse como novedad, están adquiriendo una gran importancia debido al estado de solidez que están alcanzando.

Desde el punto de vista de las tecnologías de la Información, en el mundo de la Imagen Médica<sup>2</sup> los PACS (Picture Archiving and Communication Systems) se han presentado como un elenco de soluciones con gran potencial. Gotfredsen<sup>3</sup> describe un sistema radiológico flexible de archivo y comunicación.

Entre los últimos desarrollos de la informática aplicada al DI destacan las nuevas estaciones radiológicas, orientadas al tratamiento de la imagen, incluyendo la visualización tridimensional, la realidad virtual, de gran utilidad tanto en formación como en planificación pre-operatoria, y el diagnóstico asistido por ordenador, herramientas tanto interactivas como automáticas.<sup>2</sup>

En el futuro, la evolución de las exploraciones diagnósticas se prevé que será tan rápida y compleja que cada profesional se verá obligado a una mayor especialización dentro de su área, pero permitirá la realización de un diagnóstico multidisciplinario que significará la minimización de los errores y favorecerá la realización de los tratamientos.



## ESTADO ACTUAL DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN ODONTOESTOMATOLOGÍA.

Durante muchos años, la película de rayos X en combinación con pantallas intensificadoras ha sido el estándar para la obtención de la imagen en medicina por su utilidad funcional y su conocida alta calidad de imagen. La película de rayos X tradicional ha llevado a cabo las funciones de captura, visualización, almacenamiento y comunicación.

La sustitución de los soportes clásicos para la obtención de la imagen por otros tipos de captadores produce un cambio en el concepto de las exploraciones radiológicas, haciéndose realidad la "radiografía sin película", sin lugar a dudas uno de los avances más importantes desde el descubrimiento de los rayos X.

La imagen obtenida con los sistemas digitales de captación se visualiza en la pantalla del ordenador, lo que permite la posibilidad de realizar cualquier modificación sobre ella mediante la utilización de programas desarrollados para tratar la imagen. Terminado el proceso puede hacerse patente mediante diferentes sistemas de impresión y quedar almacenada para su posterior recuperación.

El esfuerzo para integrar la radiografía convencional dentro del entorno digital ha llevado a desarrollar diferentes procedimientos, incluyéndose el uso de digitalizadores de radiografías,<sup>4</sup> sistemas de radiografía computarizada basados en fósforo, la conversión de las salidas de los intensificadores de imagen y la utilización de captadores capaces de transformar los rayos X en una señal eléctrica.

El significado etimológico de la palabra digitalización es el de transformación en números. Digitalizar una imagen será, por tanto, el proceso de transformación de una imagen en una serie de números que la definen y posibilitan su reproducción. En Odontología, la digitalización de la imagen

comenzó en la radiografía intrabucal, para posteriormente continuar también en la radiografía extrabucal.

### **Radiografía intrabucal digital.**

Las clásicas técnicas intrabucales descritas en los primeros años después del descubrimiento de los rayos X siguen vigentes igual que en su primer momento, pero aplicadas con nuevos aparatos de frecuencia continua y en combinación con sistemas digitales de captación. La obtención digital de radiografías intrabucales se ha afianzado en la última década.

Existen dos diferentes procedimientos para obtener una imagen digital intrabucal; una basada en los sensores CCD/CMOS y otra que lo hace en el sistema de almacenamiento de fósforo (storage phosphor system), conocidas comúnmente como "sistemas con cable o sin cable", respectivamente, haciendo mención a su conexión física con el ordenador.

El primero de ellos, conocido genéricamente como radiovisiografía (RVG), procedimiento patentado por la marca comercial Trophy® (Fig.1) en 1987, utiliza un captador protegido que recibe los rayos X y los transforma en luz antes de detenerlos. El CCD capta la imagen a partir de la luz. Otra versión utiliza un sensor con tecnología CMOS, en lugar de los tradicionales CCD.

En el segundo, sin embargo, el sensor consiste en un captador de fósforo, sin conexión física con el ordenador en el momento de realizar la exploración, que ha de leerse con un traductor láser. Desde que se introduce la placa óptica en el láser hasta que la imagen se visualiza en el monitor pasan menos de 10 segundos en los equipos más modernos. Entre los sistemas digitales que utilizan placa de fósforo el de mayor difusión ha sido el sistema Digora® (Fig.2).



Figura 1a.



Figura 1b.

Fig.1: Captador de Radiovisiografía. A) Modelo antiguo muy voluminoso. B) Modelo actual de menor espesor y mayor superficie activa.



Fig. 2.

Sin embargo, se han presentado diferentes modelos de escáneres que utilizan un sistema similar.

Existen diferentes opiniones entre los profesionales sobre cuál de los dos sistemas es el más adecuado, presentando cada uno de ellos ventajas sobre el otro y viceversa. De forma general, se puede establecer que el sistema basado en captadores CCD permite obtener la imagen de forma inmediata. Además, existe un modelo que no necesita una conexión física con el ordenador, evitándose la necesidad de manipular un cable. La ventaja del sistema basado en la placa de fósforo es que la superficie activa de ésta es mayor que el área activa de la mayoría de los sensores del tipo CCD. Las placas ópticas no son rígidas, facilitándose la colocación en la boca del paciente.

Algunos trabajos<sup>5</sup> comparan la radiografía digital con la convencional. Cederbeg,<sup>6</sup> concretamente, lo hace entre la radiografía convencional y la digital efectuada con placa fotoestimulable de fósforo.

La radiografía digital ha reportado muchas ventajas con respecto a la radiografía convencional.<sup>7</sup> Entre las principales destacan:

- La imagen radiológica se encuentra disponible de forma rápida en el monitor del ordenador.
- Se evita la infra o la sobreexposición gracias a un sistema de ajuste automático.
- Excelente calidad de imagen conseguida mediante un elevado poder de resolución con buena apreciación de detalles.
- La imagen radiológica almacenada puede procesarse de muy diferentes maneras: ampliación, reducción, ajuste de brillo y de contraste, representación en inversión, pseudo-color o relieve, realización de mediciones, etc. (Fig.3).
- Prescinde del revelado de las películas con sus correspon-

dientes inconvenientes. Proporciona una mayor ecología con disminución de residuos.

- Las imágenes radiológicas pueden imprimirse a través de una impresora las veces que sea necesario. También resulta posible realizar la transferencia a un disquete.
- Las radiografías quedan almacenadas en la HC del paciente.

### **Radiografía extraoral digital.**

La técnica radiográfica extraoral clásica prácticamente tampoco ha variado en relación con las proyecciones efectuadas desde su descripción. Aunque estas técnicas están siendo desplazadas por otras, como la TC o la RM, para muchas indicaciones existen algunas todavía efectivas y útiles y que tienen la ventaja de ser de gran sencillez, como por ejemplo la proyección de Waters (Fig.4) o la de arcos cigomáticos. También son habituales las proyecciones para huesos nasales.

Los generadores de alta frecuencia (100 kHz) permiten una mayor eficacia de operación, tiempos mínimos de exposición y una menor dosis de radiación. Sin embargo, el gran cambio que se está produciendo es la sustitución de la película radiográfica por el captador digital de la imagen.



Fig.3: La radiografía intrabucal digital permite efectuar una serie de modificaciones y efectos sobre la imagen obtenida.

La utilización de sistemas digitales para obtener telerradiografías laterales o PA consigue una disminución del 75% de la dosis de radiación para el paciente sin alterar la calidad de interpretación.<sup>8</sup> Sagner<sup>9</sup> cuantifica la calidad en radiografía digital directa observando que la radiografía para cefalometría (Fig.5) es comparable a la obtenida con el film convencional.

Hasta ahora, para exámenes de gran tamaño se utilizaban sistemas de placa de fósforo fotoestimulable, ya que los sis-

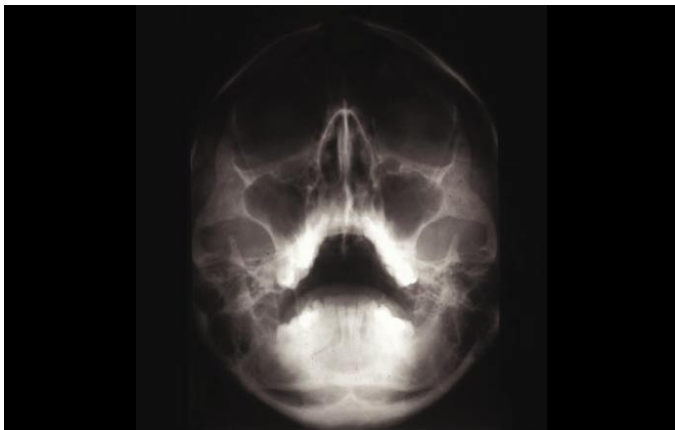


Fig. 4: La clásica proyección de Waters sigue siendo de utilidad para valorar los senos maxilares. Imagen digital.

temas CCD estaban limitados en su desarrollo para radiografía intraoral debido a su tamaño. En la actualidad, sin embargo, existen aparatos que utilizan un captador CCD que se desplaza a lo largo del campo a explorar. Otra posibilidad utilizada es la conversión de la salida de los intensificadores de imagen tradicionales por conexiones al ordenador.

Los sistemas de película tradicional se consideran indirectos porque el material fluorescente de las pantallas de intensificación absorbe la energía de los rayos X incidentes y la convierte en luz durante la exposición. La luz emitida expone entonces la emulsión de la película, pero también parte de ella se dispersa degradando la nitidez de la imagen. La radiografía computarizada con intensificadores y los sistemas que utilizan fósforos, así como los que se apoyan en los captadores CCD, son también indirectos por su dependencia de los procesos "rayos X- luz señal".

Sólo recientemente ha llegado a ser técnicamente posible y económicamente viable utilizar tecnología electrónica para sustituir la película por un sistema directo para capturar los datos de imágenes de rayos X de alta resolución en formato digital. Este procedimiento patentado como "radiografía digital directa" (RD) utiliza una matriz de transistores de película fina (TFT) con una cubierta de selenio amorfo para capturar y convertir la energía de los rayos X en señales digitales. La "radiografía digital directa" es un proceso de conversión directa, ya que captura y convierte la energía de los rayos X en señales eléctricas sin que sean necesarios intensificadores de imagen o pasos posteriores de lectura. La calidad de la imagen de este sistema se compara favorablemente con los de la película tradicional.

El impacto de la RD en la tecnología actual de Radiografía Computarizada (RC) no está claro en este momento. Lo que sí parece evidente es que se tardará algún tiempo

hasta que la RD esté presente en la rutina de los servicios de radiodiagnóstico por las dimensiones de los detectores, su fragilidad y por ser necesario un cableado delicado para la transferencia de imágenes. A todo ello hay que añadir el elevado coste del sistema. La conclusión preliminar es que habrá una ventaja clara para la RC en los próximos 5 años y que la introducción de la RD en un futuro puede provocar un desarrollo explosivo de la imagen digital.

### **Radiografía Panorámica y tomografía.**

En los últimos años, gracias a la incorporación de la informática, se han desarrollado aparatos que permiten efectuar un gran número de proyecciones relacionadas con el campo máxilo-facial. Hasta hace poco, todos los sistemas para radiografía panorámica se caracterizaban por el hecho de que la trayectoria recorrida por el centro de rotación, ya fuera virtual o fijo, estaba determinada exclusivamente por elementos mecánicos. En la última generación de aparatos panorámicos se introduce la robótica y, tanto el movimiento de la fuente radiógena como el de la película, son dirigidos por software, lo que permite que con un único aparato se

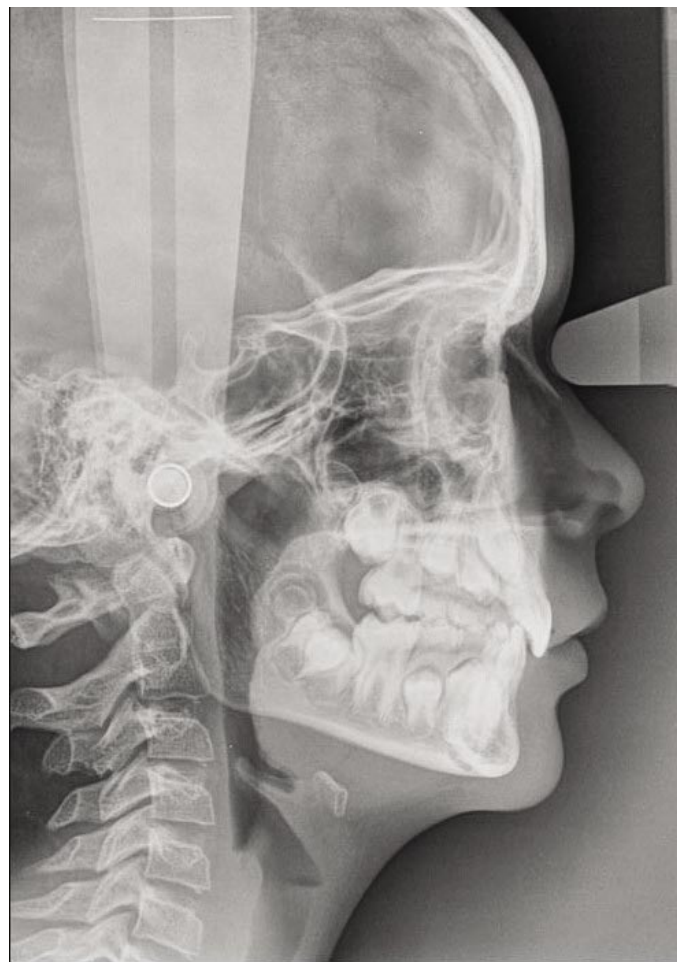


Fig. 5: Telerradiografía lateral de cráneo efectuada con técnica digital.

puedan efectuar distintas proyecciones geométricas. Esta moderna aplicación hace que los aparatos para radiografía panorámica adquieran una gran versatilidad. Así, los últimos equipos realizan proyecciones para observar los senos maxilares, las articulaciones tèmpero-mandibulares desde diferentes ángulos o estudios parciales de determinadas zonas maxilares.

De gran interés es la posibilidad de efectuar radiografías panorámicas con un factor de magnificación vertical conocido y constante (Fig.6), que son de fundamental aplicación a la hora de plantear un tratamiento con implantes osteointegrados. De manera práctica, en los casos en los que el factor de agrandamiento se desconozca, se pueden utilizar objetos metálicos de tamaño establecido para calcularla.

La imagen digital también se incorpora a la radiografía panorámica (Fig.7), permitiendo al profesional realizar estudios que pueden ser tratados y modificados para obtener un resultado más idóneo. El primer aparato panorámico con base en la radiografía computarizada fue diseñado por Kashima<sup>10,11</sup> en Japón, basándose en un equipo Siemens OP-5®



Fig.6: Radiografía panorámica digital con factor de magnificación vertical constante.

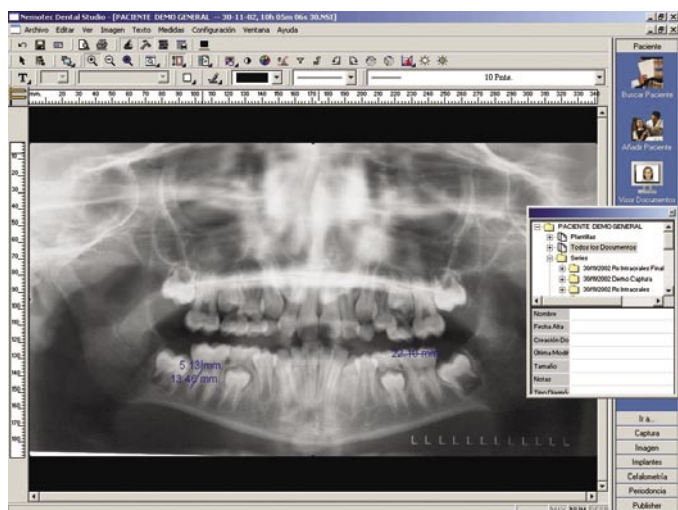


Fig.7: Radiografía panorámica digital en el monitor del ordenador.

y una placa de fósforo fotoestimulable modificada. Durante los últimos años, han sido desarrollados diferentes sistemas de radiografía panorámica digital, basados principalmente en la utilización de sensores del tipo CCD,<sup>12</sup> con características similares a las referidas para la radiografía intrabucal.

Gijbels<sup>13</sup> estudia la dosis de radiación a los pacientes durante la realización de radiografías panorámicas con varios equipos digitales, demostrando una severa disminución en comparación con las convencionales.

De manera diferente puede considerarse la evolución de las clásicas técnicas tomográficas. En abril de 1962, el Comité Internacional de aparatos radiológicos adoptó oficialmente el término "tomografía" para describir todas aquellas técnicas en las que se estudian cortes o estratos de determinadas áreas del organismo. También son conocidas con los nombres de laminografía, planigrafía y estratigrafía.

Aunque en la actualidad todavía conviven las técnicas tomográficas convencionales con las técnicas computarizadas, éstas últimas se han demostrado mucho más efectivas, por lo que acabarán, en poco tiempo, desplazando a las primeras.

En relación con los equipos multimodales, capaces de efectuar radiografía panorámica y tomografía, el de mayor difusión fue el SCANORA (Soredex, corporation Orión, Helsinki, Finlandia),<sup>14</sup> que también han incorporado la digitalización de la imagen mediante sistemas de placa de fósforo.

Sin embargo, como ya se indicó, la superioridad de la técnica computarizada, con las múltiples posibilidades que ofrecen los programas informáticos incorporados a los aparatos, ha desplazado casi en su totalidad a las técnicas convencionales.

### Tomografía computarizada.

Gracias a la introducción de computadoras y memorias electrónicas se consigue una nueva forma de tomografía que en principio se llamó TAC (Tomografía Axial Computarizada) pero que, en la actualidad, se denomina TC (Tomografía Computarizada). También es conocida como tomodensitometría.

La tomografía computarizada fue introducida al principio de la década de los años 70, revolucionando el mundo del diagnóstico por la imagen. En el año 1968, el ingeniero inglés de la firma musical EMI, Geodfrey Newbold Hounsfield, pone a punto un aparato revolucionario basándose en la asociación de un principio físico conocido, la atenuación del haz de rayos X por cualquier objeto atravesado, con un principio de astrofísica, la reconstrucción de la imagen por cortes angulares múltiples. Gracias a ese ingenio fue merecedor del premio Nóbel de Medicina en 1979, además de obtener otros galardones.

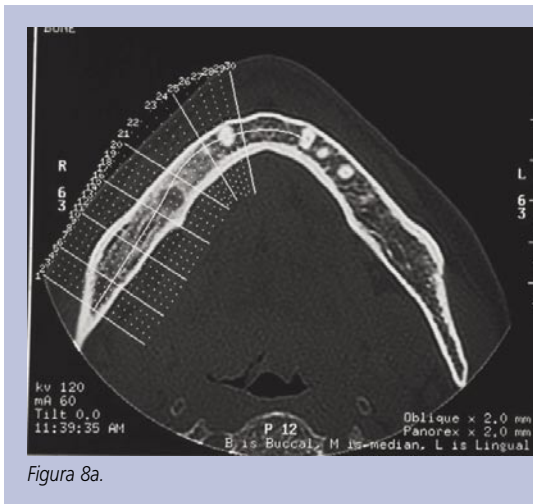


Figura 8a.

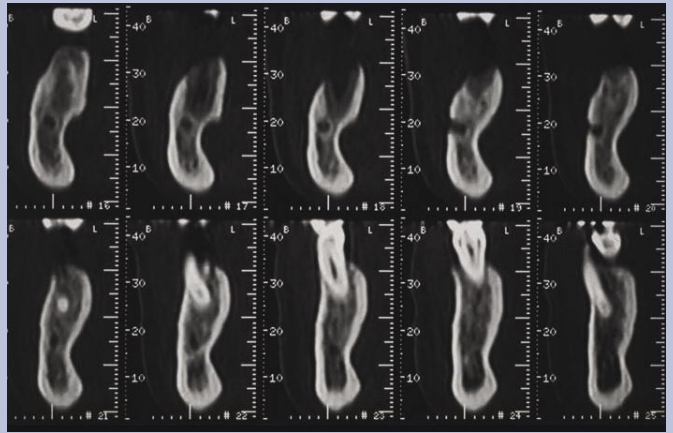


Figura 8b.

Fig.8: TC con programa DentaScan® para valoración preimplantológica. A) Corte axial. B) Cortes oblicuos.

La técnica tomodensitométrica realiza una reconstrucción mediante ordenador de un corte programado, a partir de un número elevado de medidas de la absorción de un haz de rayos X que rodea el objeto. Un gran avance en esta técnica fue la TC espiral, que permite captar un mayor campo en menos tiempo y, especialmente, la introducción de los equipos multicorte, que trabajan con hasta 64 haces de radiación alrededor del paciente, lo que permite una visualización muy precisa, incluso, de órganos en movimiento.

El registro de la imagen no se produce sobre una superficie sensible fotográfica sino que se establece en una serie de detectores que transforman la señal que reciben en corriente eléctrica, lo que permite, por medio de análisis y ampliaciones electrónicas, multiplicar la sensibilidad densitométrica del sistema alrededor de 200 veces por encima del sistema tomográfico convencional.

En la actualidad, la exploración mediante TC para diagnóstico máxilofacial debe ser efectuada con equipos que dispongan de programas informáticos de reformatión multiplanar pensados para esta especialidad.

El gran auge de los implantes osteointegrados en la práctica diaria hace que sea utilizada cada vez más para evaluar los casos de forma previa a su intervención, considerándose hoy día totalmente necesaria en los protocolos establecidos. La TC, mediante la utilización de programas de reformatión multiplanar, se ha confirmado como la técnica más exacta para este cometido. Un gran número de programas ha sido diseñado para obtener las imágenes necesarias para el implantólogo (Dental CT®, Dentascan® (Fig. 8), Tooth Pix®, 3D Dental®).<sup>15</sup> De gran ayuda para el cirujano es la utilización de programas informáticos que permiten realizar directamente la planificación prequirúrgica del caso basándose en las imá-

genes obtenidas por el TC y que disponen de sofisticadas herramientas, siendo además capaces de diseñar férulas quirúrgicas. Programas de este tipo son el SimPlant® (Fig.9), el Friacom CT modul®, BTI-scan®, IMPLAMETRIC®, Denta PC®, aunque existen otros y cada día se desarrollan más.

La aplicación del TC se amplía cada vez más, consiguiéndose muy buenos resultados en el estudio de la patología central de los maxilares (Fig.10) y, mediante los últimos programas desarrollados, también en la visualización de la articulación témporo-mandibular (Fig.11). La técnica muestra de una forma muy efectiva los componentes óseos de la ATM (16). Otra indicación importante es la evaluación de la relación existente entre un tercer molar inferior retenido y el conducto dentario cuando ambos aparecen superpuestos en la radiografía panorámica (Fig.12).

La técnica tridimensional con efecto relieve permite obtener un efecto de volumen (Fig.13) que acerca la imagen radiológica a la realidad anatómica.

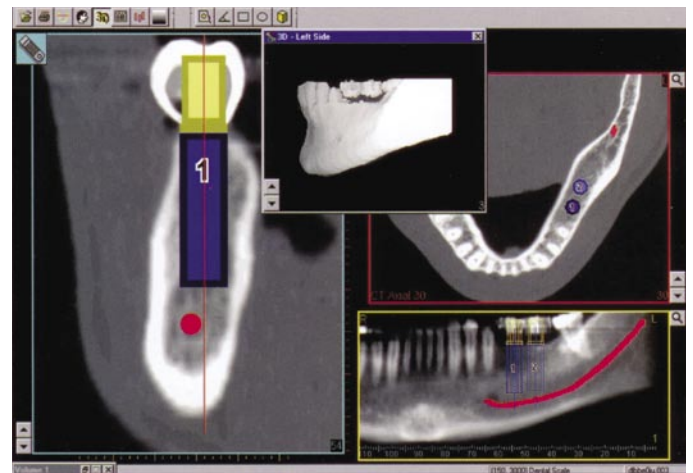


Fig.9: Planificación implantológica prequirúrgica mediante programa informático.

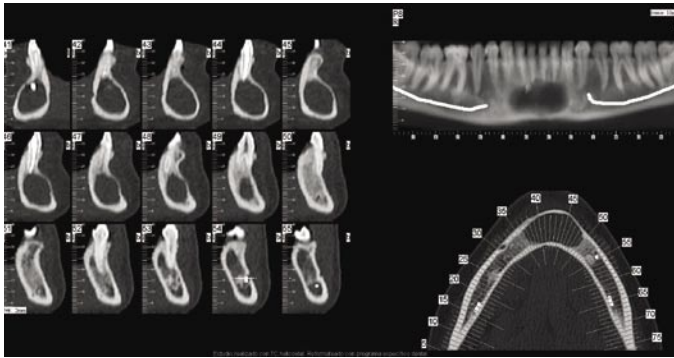


Fig.10: Estudio mediante TC de patología quística maxila.

Con el fin de minimizar los clásicos problemas que se describen en los aparatos de TC, coste económico y dosis de radiación principalmente, se ha desarrollado una nueva técnica de tomografía computarizada. El sistema utiliza un haz cónico de rayos X (CB-CT) que atraviesa un volumen relativamente grande del objeto a estudiar, pudiéndose denominar por este motivo tomógrafo volumétrico (Fig.14). El aparato de mayor difusión es el Newton<sup>®</sup>, que en la actualidad, en su último modelo (Newton 3G<sup>®</sup>), incorpora una serie de innovaciones que lo acercan cada vez más a la TC clásica.

La calidad de imagen obtenida con esta técnica es inferior a la obtenida con los tradicionales tomógrafos computarizados, pero para muchos autores es suficientemente efectiva para las necesidades que se persiguen. Baba<sup>17</sup> propone el uso de un panel plano como detector de los equipos CBCT para conseguir una mejor calidad.

Ziegler<sup>18</sup> describe cuatro casos clínicos para manifestar el potencial del CBCT NewTom. Araki<sup>19</sup> señala que el nuevo equipo CBCT produce alta resolución 3D demostrando su utilidad en el diagnóstico máxilofacial. Lascala<sup>20</sup> comprueba la exactitud del sistema CBCT en las mediciones óseas lineales.

Las técnicas de diagnóstico por imagen no basadas en los rayos X han ido también incorporándose a la odontoestomatología. Destacan la resonancia magnética (RM), la ecografía y la tomografía por emisión de positrones (PECT).

### **Resonancia Magnética.**

A principios de los años 70, cuando la tomografía computarizada tenía ya una fuerte repercusión en el diagnóstico radiológico, comienza la utilización de otra técnica, la Resonancia Magnética (RM), que en la actualidad se emplea con mucha frecuencia clínica y presenta un impacto en medicina casi mayor que la TC. La RM se está convirtiendo en la estrella de todos los sistemas de diagnóstico por imagen. Ha supuesto un cambio importante en la orientación diag-

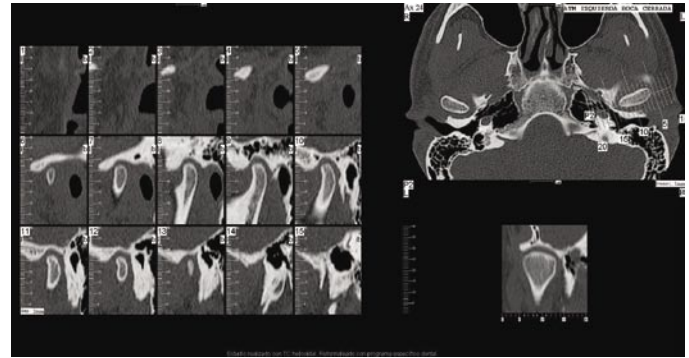


Fig.11: Estudio mediante TC de ATM.

nóstica de muchos procesos.

La RM ofrece muchas ventajas sobre otras modalidades de diagnóstico por la imagen; por una parte, la ausencia de radiación ionizante, que hace que se considere un método totalmente inocuo hasta el momento, la posibilidad de efectuar estudios multiplanares sin necesidad de mover al paciente y la mejora en el contraste entre tejidos normales o entre estos y los patológicos.

Sin embargo, su aplicación en el área máxilo-facial quizás tiene menor repercusión que la TC, siendo utilizada en el diagnóstico de alteraciones relacionadas con partes blandas y en algunas patologías de las glándulas salivales, aunque está indicada de forma especial en el estudio de la articulación témporomandibular (Fig.15). La RM es la exploración preferida para diagnosticar el desplazamiento del menisco articular. Recientemente, se han analizado secuencias rápidas de RM para la evaluación del movimiento condilar en pacientes con desórdenes articulares con resultados muy favorables.

Hasta ahora no se había encontrado utilidad a la RM en la valoración pre-implantológica. Sin embargo, se han descrito técnicas para la planificación previa de los tratamientos implantológicos. Nasal<sup>21</sup> diseña un sistema de secuencia de gradientes para observar con detalle el complejo neurovascular en la mandíbula obteniendo buenos resultados. Eggers<sup>22</sup> también estudia la exactitud de la RM para valorar el nervio dentario, demostrándose que es suficientemente precisa.

### **Ecografía.**

El ultrasonido es cualquier sonido con una frecuencia más alta a la del sonido audible por el hombre. Recientes estudios<sup>23</sup> demuestran el gran potencial de esta técnica en la valoración cuantitativa del hueso en la planificación de los tratamientos implantológicos, augurándole un gran futuro.

### **PET (Tomografía por emisión de positrones).**

Se considera en la actualidad la técnica más avanzada



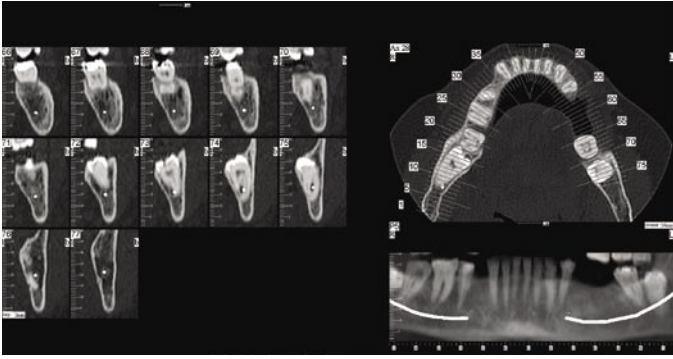


Fig. 12: Estudio mediante TC de terceros molares retenidos.

en diagnóstico por imagen. Es una prueba de medicina nuclear que se basa en la utilización de isótopos de vida media muy corta. El radiofármaco más utilizado es la Fluorodeoxiglucosa marcada con 18 Flúor (18F-FDG). Permite investigar con un solo examen cualquier cáncer y su extensión, así como realizar una detección precoz de los procesos neoplásicos. Esta novedosa técnica es, además, una prueba cómoda y prácticamente sin riesgo en la que no se producen reacciones alérgicas ni efectos secundarios. Aunque su aplicación se centra en tres grandes campos, oncología, neurociencia y cardiología, es en el primero de ellos donde presenta más efectividad. Es un sistema muy importante para descubrir enfermedades que no son visibles con otros métodos cuando están en un estadio de desarrollo inicial en el que no se ha alterado la anatomía, siendo por tanto morfológicamente invisibles. Con el PET se puede visualizar la distribución de las moléculas dentro del cuerpo. Uno de los campos de aplicación más relevante de la PET es el análisis de la respuesta al tratamiento, ya que es capaz de visualizar cambios en el metabolismo que permitirán poner de manifiesto si un de-

terminado tratamiento está consiguiendo el efecto que se pretende.

Se entiende que será de una gran utilidad en el diagnóstico de la patología neoplásica máxilo-facial y en el control de la evolución de estos procesos una vez que son tratados, principalmente con su último adelanto, que consiste en combinar la utilización del PET con la de la TC, denominándose esta técnica PECT-TC.

#### **Otras exploraciones de utilidad:**

**Radiografía de sustracción digital:** Supone la posibilidad de poder valorar con gran precisión los cambios en la densidad radiológica. Por este motivo se explica el potencial de la radiografía de sustracción digital como instrumento diagnóstico sensible en el diagnóstico postquirúrgico de los implantes. Constituye un método útil para diagnosticar los cambios en el hueso peri-implantario tras su colocación, ya que pueden producirse cambios muy pequeños de densidad alrededor del implante durante la fase de cicatrización. Con esta técnica se aumentan las posibilidades de obtener un diagnóstico precoz sobre la evolución de la osteointegración y obtener una predicción sobre su estabilidad.

**Densitometría:** No es muy utilizada con la aparatología existente debido a que estos no están desarrollados para cuantificar la densidad de los maxilares. Sin embargo, existen programas informáticos que permiten obtener una medida de la densidad maxilar basándose en los datos obtenidos por el TC. Para ello se necesita realizar la exploración del paciente junto con la de un fantomas calibrado para este fin. Fundamentalmente es de aplicación en implantología, aunque la osteodensitometría es una técnica válida también para la detección y clasificación de las lesiones inflamatorias, tumores y quistes de los huesos maxilares. ■



Figura 13a.



Figura 13b.

Fig. 13: Imágenes 3D. A) Maxilar. B) Mandíbula.

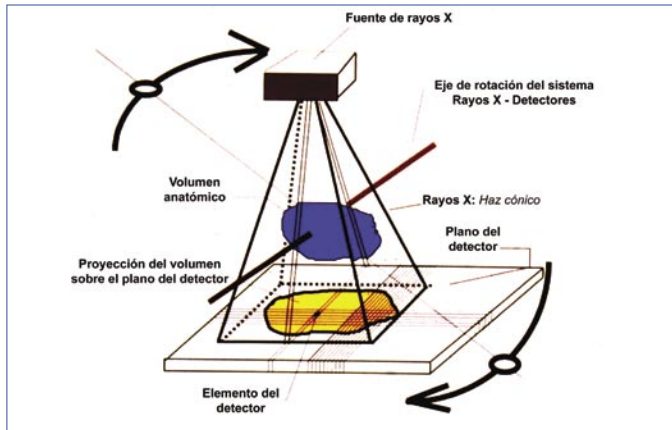


Fig.14: Esquema del principio geométrico del funcionamiento del TC de haz cónico.

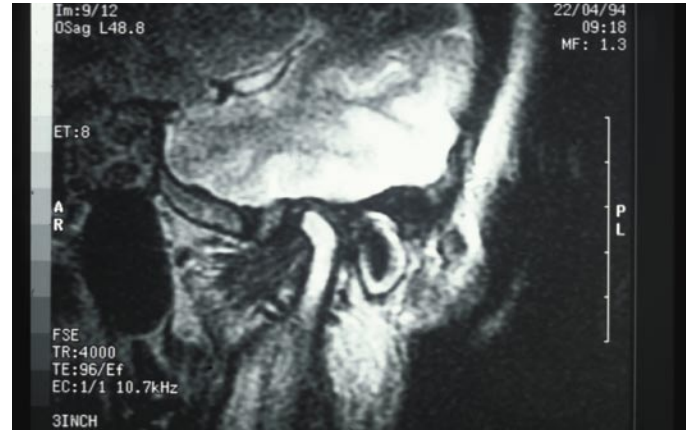


Fig.15: Imagen de resonancia magnética (RM) de ATM. Obsérvese el detalle de partes blandas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Solozábal J. *Teleenseñanza en Radiología*. Internacional Telemedicine 1998, 5: 26-31.
- Solozábal J. *Tendencias en Radiología*. Internacional Telemedicine 1998, 5: 32-35.
- Gotfredsen E, Wenzel A. *Integration of multiple direct digital imaging sources in a picture archiving and communication system (PACS)*. Dentomaxillofacial Radiology 2003, 32: 337-342.
- Muñoz CF, Lloret-Alcañiz A. *Digitalización de películas radiográficas mediante un ordenador PC y un escáner de mano: una técnica sencilla para archivar imágenes*. Radiología 1998, 40: 681-685.
- Versteeg CH, Sanderink GCH, Ginkel FC, Stelt PF. *An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device*. Dentomaxillofac Radiol 1998, 27: 97-101.
- Cederberg R, Frederiksen N, Benson B, Shulman J. *Effect of different background lighting conditions on diagnostic performance of digital and film images*. Dentomaxillofac Radiol 1998, 27: 293-297.
- Wenzel A, Grondhal H. *Direct digital radiography in the dental office*. Int Dent J 1993, 43: 335-342.
- Näslund E-B, Kruger M, Petersson A, Hansen K. *Analysis of low-dose digital lateral cephalometric radiographs*. Dentomaxillofac Radiol 1998, 27:136-139.
- Sagner T, Storr I, Benz C. *Diagnostic imagen quality in comparison of conventional and digital cephalometric radiographs*. Dentomaxillofac Radiol 1998 (suppl S26).
- Kashima I, Kanno M, Higashi T. *Computed panoramic tomography with scanning laser-stimulated luminiscense*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1985, 60: 448-453.
- Kashima I, Tajima K, Nishimura K. *Diagnostic imaging of disease affecting the mandible with the use of computed panoramic radiography*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990, 70: 110-116.
- Farman TT, Farman AG, Kelly Ms, Firriolo FJ, Yancey JM, Stewart AV. *Charge-coupled device panoramic radiographiy: effect of beam energy on radiation exposure*. Dentomaxillofac Radiol 1998, 27: 36-40.
- Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. *Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: patient exposure*. Dentomaxillofac Radiology 2005, 34: 145-149.
- Tamisalo E, Hailikainen D, Kanerva H, Tamisalo T. *Comprehensive oral X-ray diagnosis: Scanora multimodal radiography. A preliminary description*. Dento Maxillo Facial Radiology 1992, 21: 9-15.
- Jacobs R, Adriansens A, Naert I, Quyrinen M, Hermans R, Van Steenber D. *Predictability of reformatted computed tomography for pre-operative planning of endosseous implants*. Dentomaxillofac Radiol 1999, 28: 37-41.
- Tsiklakis K, Syriopoulos K, Stamatakis HC. *Radiographic examination of the temporomandibular joint usin cone beam computed tomography*. Dentomaxillofacial Radiology 2004, 33: 196-201.
- Baba R, Ueda K, Okabe M. *Using a fan-panel detector in high resolution cone beam CT for dental imaging*. Dentomaxillofacial Radiology 2004, 33: 285-290.
- Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. *Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery*. Dentomaxillofacial Radiology 2002, 31: 126-130.
- Araki K, Maki K, Seki K, Sakamaki K, Harata Y, Sakaino R, Okano T, Seo K. *Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRay): system configuration and physical properties*. Dentomaxillofacial Radiology 2004, 33: 51-59.
- Lascala CA, Panella J, Marques MM. *Análisis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom)*. Dentomaxillofacial Radiology 2004, 33: 291-294.
- Nasel C, Gahleitner A, Breitenseher M, Czerny C, Glaser C, Solar P, Imhof H. *Localization of the mandibular neurovascular bundle using dental magnetic resonance imaging*. Dentomaxillofac Radiol 1998, 27: 305-307.
- Eggers G, Rieker M, Fiebach J, Kress B, Dickhaus H, Hassfeld S. *Geometric accuracy of magnetic resonance imaging of the mandibular nerve*. Dentomaxillofacial Radiology 2005, 34: 285-291.
- Bisheimer M. *Aplicación del eco-ultrasónico con imágenes 2D como método de diagnóstico complementario en el área bucofacial. Estudio comparativo con imágenes de TC en pacientes implantológicos*. Tesis Doctoral. UCM. 2004.