




RADIOLOGÍA EN MEDICINA BUCAL

Eduardo Chimenos Küstner

 **MASSON**

Material protegido por derechos de autor

Í N D I C E

Autores	IX
Preámbulo José Javier Echeverría García	XI
Prólogo Benjamín Guix Melcior	XIII
Prefacio Eduardo Chimenos Küstner	XV

PRIMERA PARTE. RADIOBIOLOGÍA

Capítulo 1. Radiaciones ionizantes. Principios fundamentales Eduardo Chimenos Küstner	3
Capítulo 2. Efectos biológicos de las radiaciones Eduardo Chimenos Küstner y Rafael Cuevas Gómez	11
Capítulo 3. Radioterapia. Principios, tipos y complicaciones Eduardo Chimenos Küstner	21
Capítulo 4. Prevención. Medidas de protección frente a las radiaciones Eduardo Chimenos Küstner y Rafael Cuevas Gómez	33

SEGUNDA PARTE. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO
POR LA IMAGEN

Capítulo 5. Aspectos generales de la técnica radiográfica Fernando Finestres Zubeldia y Eduardo Chimenos Küstner	43
Capítulo 6. Técnicas convencionales. Proyecciones intraorales y extraorales Fernando Finestres Zubeldia y Eduardo Chimenos Küstner	51
Capítulo 7. Calidad de la ortopantomografía en la práctica clínica Ramón Arístides Martínez Carranza, Eduardo Chimenos Küstner y José López López	61

Capítulo 8. Técnicas especiales	75
Fernando Finestres Zubeldia, Teresa Salgado Derqui y Eduardo Chimenos Küstner	

Capítulo 9. Prescripción de radiografías y exploración radiológica	97
Eduardo Chimenos Sánchez de Badajoz y Eduardo Chimenos Küstner	

TERCERA PARTE. INTERPRETACIÓN DIAGNÓSTICA

Capítulo 10. Anatomía radiológica abreviada	119
Eduardo Chimenos Küstner y Eduardo Chimenos Sánchez de Badajoz	

Capítulo 11. Diagnóstico diferencial de las alteraciones dentomaxilares radiolúcidas, radiopacas y mixtas	125
Eduardo Chimenos Küstner y Concepción Ferreiro Rodríguez	

Capítulo 12. Consideraciones diagnósticas de las lesiones periapicales	151
Concepción Ferreiro Rodríguez y Eduardo Chimenos Küstner	

Capítulo 13. Diagnóstico radiológico de las alteraciones de los senos paranasales	159
Miriam Ros Lluch y Eduardo Chimenos Küstner	

Capítulo 14. Diagnóstico por la imagen de los trastornos de la articulación craneomandibular	173
José López López y Eduardo Chimenos Küstner	

Capítulo 15. Diagnóstico radiológico de los trastornos de las glándulas salivales	187
Eduardo Chimenos Küstner y Miriam Ros Lluch	

ÍNDICE ALFABÉTICO DE MATERIAS	199
--------------------------------------	-----

Esforça't en el teu quefer, com si de cada detall que pensis, de cada paraula que diguis, de cada peça que posis, de cada cop de martell que donis, en depengués la humanitat, perquè en depèn, creu-ho.

Esfuérzate en tu quehacer, como si de cada detalle que pienses, de cada palabra que digas, de cada pieza que pongas, de cada golpe de martillo que des, dependiera la humanidad, porque de ello depende, créelo.

Joan Maragall i Gorina
Barcelona, 1860-1911

A U T O R E S

Eduardo CHIMENOS KÜSTNER

Doctor en Medicina y Cirugía; Médico Especialista en Estomatología; Diplomado en Medicina del Trabajo; Profesor Titular de Medicina Bucal, Facultad de Odontología, Universitat de Barcelona

Eduardo CHIMENOS SÁNCHEZ DE BADAJOZ

Licenciado en Odontología; Doctorando en Odontología, Facultad de Odontología, Universitat de Barcelona

Rafael CUEVAS GÓMEZ

Diplomado en Enfermería; Diplomado en Podología; Diplomado en Radiología y Electrología; Profesor Titular de Ortopodología, Escuela Universitaria de Podología, Universitat de Barcelona

Concepción FERREIRO RODRÍGUEZ

Licenciada en Odontología; Profesora de Radiología Odontológica, Facultad de Odontología, Universidad de Santa María, Caracas (Venezuela); Doctoranda en Odontología, Facultad de Odontología, Universitat de Barcelona

Fernando FINESTRES ZUBELDIA

Doctor en Medicina y Cirugía; Médico Especialista en Radiología; Médico Especialista en Estomatología; Profesor Asociado de Medicina Bucal, Facultad de Odontología, Universitat de Barcelona

José LÓPEZ LÓPEZ

Doctor en Medicina y Cirugía; Médico Especialista en Estomatología; Diplomado en Medicina del Trabajo; Profesor Titular de Medicina Bucal, Facultad de Odontología, Universitat de Barcelona

Ramón Arístides MARTÍNEZ CARRANZA

Licenciado en Odontología; Doctorando en Odontología; Facultad de Odontología, Universitat de Barcelona

Miriam ROS LLUCH

Licenciada en Odontología; Doctoranda en Odontología, Facultad de Odontología, Universitat de Barcelona

Teresa SALGADO DERQUI

Licenciada en Medicina y Cirugía; Médico Especialista en Radiología

P R E Á M B U L O

Aunque la formación de los dentistas incluye las correspondientes enseñanzas en radiología odontológica, es fácil que su indudable interés aparezca difuminado por las prioridades docentes de los alumnos, y así puede resultar minusvalorado un aspecto de la exploración de los tejidos orales que tiene una indudable importancia; actitud que posteriormente el clínico lamentará en muchas ocasiones. Además, las técnicas y aparatología que hacen posible el diagnóstico radiográfico han evolucionado tanto en los últimos años, que requieren por parte del odontólogo un esfuerzo de actualización que, de otra manera, no siempre es fácil realizar. Por todo ello, parece oportuno que periódicamente aparezcan obras como la presente, donde se aúnan racionalmente las bases que constituyen los fundamentos de la radiología odontológica contemporánea y su aplicación clínica, en este caso, a la medicina bucal.

Con este propósito, el doctor Eduardo Chimenos ha sabido reunir a un selecto cuadro de colaboradores, que, bajo su dirección, han conseguido un adecuado equilibrio entre la teoría de la radiobiología, las técnicas diagnósticas que de ella se derivan y finalmente su aplicación al escenario de la medicina bucal. El resultado final es sumamente meritorio –consecuencia tanto de la experiencia clínica del autor, como de su dilatada y fructífera labor como profesor universitario– y, por tanto, la lectura, el estudio y la consulta de esta obra constituirán una gran ayuda, tanto para el estudiante, como también para el odontólogo.

Febrero de 2005

José Javier Echeverría García
Doctor en Medicina y Cirugía;
Médico Especialista en Estomatología;
Catedrático de Periodoncia,
Facultad de Odontología, Universitat de Barcelona

P R Ó L O G O

Mirar y ver. Mirar a lo lejos y en el interior, para ver más cerca y mejor. Mirar profundamente, para conseguir ver los detalles más mínimos. Mirar de otro modo, para ayudar a otros a ver nuevos panoramas insospechados. Es un estilo de trabajo, al que hay que habituarse y para el cual hace falta un entreno. Para facilitar la adquisición de las habilidades que permitan *ver al mirar*, es necesario un método de lectura de la información bien estructurado, claro y riguroso.

El radiodiagnóstico nos abre unas perspectivas inéditas de visión. Para obtener toda la información contenida en una imagen radiográfica, es necesario desarrollar unas habilidades específicas, que guían los ojos a *ver mientras miramos*. Al ser unas imágenes obtenidas por medios artificiales, la primera impresión que uno tiene cuando se enfrenta ante una radiografía es que está ante unas sombras con unas líneas de dudoso significado. Para interpretar estas imágenes y emitir un dictamen de las mismas es necesario tener unos conocimientos teóricos que nos permitan conocer por qué y cómo se obtienen las imágenes, cuáles son sus formas normales, sus anomalías y qué patología traducen.

El libro *Radiología en medicina bucal*, del profesor Eduardo Chimenos y sus colaboradores, es un excelente manual para enseñar a *ver mientras se mira*, es decir, para facilitar la adquisición de los conocimientos y las habilidades necesarios para poder efectuar un diagnóstico certero de la patología que presenta un paciente a través de las imágenes radiográficas.

En efecto, contiene las explicaciones teóricas necesarias y las imágenes radiográficas elementales. Además, sus cuadros de diagnósticos diferenciales y de los diversos procesos de medicina bucal, con su correspondiente repercusión en la anatomía radiológica, hacen de esta obra un manual útil no sólo al estudiante, sino también al profesional, quien encontrará en ella un libro de referencia.

La obra es clara, concisa, esquemática y de fácil lectura. Está bien estructurada y contiene la información completa y actualizada. No se limita a las imágenes de radiografía convencional, sino que se extiende a las modernas técnicas complementarias de tomografía computarizada, resonancia magnética, ecografía y medicina nuclear.

El campo de radiodiagnóstico está en continua evolución, incorporando de forma rápida los avances tecnológicos para aumentar aún más la información que de cada radiografía podemos obtener. Evidentemente, la incorporación de esta nueva tecnología se realiza en beneficio del paciente, que recibe menores dosis de radiación, más acertados diagnósticos y mejores y más específicos tratamientos. El profesor Chimenos ha logrado reunir a un selecto grupo de colaboradores, consiguiendo una obra que proporciona la luz necesaria para que al *mirar veamos* todos los enigmáticos detalles ocultos en una simple radiografía. Enhorabuena.

Febrero de 2005

Benjamín Guix Melcior
Doctor en Medicina y Cirugía;
Médico Especialista en Oncología Radioterápica;
Profesor Titular de Radiología y Medicina Física,
Facultad de Medicina, Universitat de Barcelona

P R E F A C I O

La radiología es la rama de la medicina (y de otras ciencias de la salud) que estudia los usos y efectos, diagnósticos y terapéuticos, de las radiaciones ionizantes. Es decir, de los rayos X o bien de las radiaciones emitidas por elementos radiactivos naturales o por radioisótopos. La medicina bucal (o medicina oral, si se prefiere) es una materia odontológica que se ocupa de la exploración, del diagnóstico clínico y diferencial, así como del pronóstico de la patología de la mucosa oral, de los huesos maxilares y su relación con los dientes, de las glándulas salivales y de los tejidos neuromusculares orofaciales. Se ocupa asimismo del tratamiento médico de estos procesos y del estudio de las enfermedades sistémicas que tengan repercusión en la cavidad oral. Los amplios objetivos de ambas disciplinas presentan muchos aspectos en común, de las cuales este manual pretende resaltar algunas de las más representativas.

La finalidad de este libro, destinado en primer término a estudiantes de odontología, es describir y destacar varios aspectos de interés, sobre todo diagnóstico, asociados a la radiología en su relación con la medicina bucal. No obstante, los conceptos aquí reflejados también pueden ser útiles a otros profesionales del ámbito de las ciencias médicas. El grupo de autores que han participado en la elaboración de la obra está constituido por profesionales estudiosos, con muchos años de experiencia clínica y docente algunos; otros, licenciados en fechas menos lejanas, aportan sus ideas críticas, que enriquecen y proporcionan frescura al contenido del trabajo cooperativo. Creo que merece una mención especial la tarea desarrollada por mi hijo, Eduardo Chimenos Sánchez de Badajoz, quien, además de colaborar en la elaboración del texto, ha contribuido, con su gran destreza y conocimiento informáticos, a clarificarlo, realizando todos los esquemas y dibujos que lo ilustran. A todos, desde estas páginas preliminares, quiero agradecer su esfuerzo, sin el cual esta labor no habría podido culminar en la obra que el lector tiene en sus manos.

Para concluir estas palabras previas, quiero recordar expresamente, con toda mi gratitud, a dos eminentes personalidades, ambas de nombre Eduardo, recientemente desaparecidas. Por una parte, a mi padre biológico, don Eduardo Chimenos Vallverdú, que dedicó toda su vida al mundo editorial, en el que me inició desde la adolescencia. De él aprendí, entre otras muchas cosas, honesti-

dad y disciplina en la vida, en general, y en el trabajo, en particular. Admiraba al poeta Joan Maragall y se identificaba de forma patente con el escrito antes citado. Por otra parte, a mi padre político, el doctor en medicina y cirugía don Eduardo Sánchez de Badajoz Corón. En las conversaciones que mantuvimos durante más de 35 años contrastamos nuestros criterios, concordantes o discrepantes, en ámbitos tan dispares (o no tanto) como las ciencias y las artes. Contribuyó de forma muy significativa en mi formación intelectual. Como en este libro hace su nieto, él se ocupó de ilustrar, hace unos años, otra obra destinada asimismo a los estudiosos de la odontología [E. Chimenos Küstner (director). La historia clínica en odontología. Barcelona: Masson, 1999].

Toda ciencia es objetiva y el método científico es riguroso. La odontología, como las demás ciencias de la salud, ha de basarse en la evidencia recogida en las publicaciones y hemos procurado que este libro tenga ese rigor. Nada de lo que hacemos es mérito exclusivo nuestro. Nuestros mayores y predecesores inician itinerarios y nos muestran senderos, que los sucesores tratamos de seguir, aportando nuestra experiencia de la mejor forma que sabemos o podemos. Sentadas las premisas, finalizo estas letras con el reconocimiento a ambos (mis dos padres) y deseando ensalzar la parte humana que toda obra, científica o no, debiera contener siempre.

Febrero de 2005

Eduardo Chimenos Küstner

PRIMERA PARTE



Radiobiología



RADIACIONES IONIZANTES. Principios fundamentales

Eduardo Chimenos Küstner

El término *radiobiología* incluye dos conceptos: biología y radiación. La biología de la radiación es el estudio de los efectos de las radiaciones ionizantes sobre los sistemas vivos. Partiendo de esta base, en el presente apartado se pretende presentar al lector los conceptos fundamentales de mayor utilidad en odontología, desde la doble perspectiva de la radiología y de la medicina bucal. Para ello resulta imprescindible saber qué radiación es la transmisión de energía a través del espacio y la materia. Existen dos formas de radiación: radiación de partículas y radiación electromagnética.

RADIACIÓN DE PARTÍCULAS

La radiación de partículas consiste en núcleos atómicos o partículas subatómicas que se mueven a gran velocidad. Los rayos alfa (α), los rayos beta (β) y los rayos catódicos son ejemplos de radiaciones de partículas. Los rayos α son núcleos de helio doblemente ionizados a elevada velocidad, constituidos por dos protones y dos neutrones. Son el resultado de la descomposición de muchos elementos radiactivos. Tras obtener dos electrones, se convierten en átomos de helio neutros. Debido a su carga doble y gran masa, ionizan de forma patente la materia que atraviesan. De acuerdo con ello, ceden rápidamente su energía y sólo penetran unas pocas micras en los tejidos corporales (una hoja de papel normal las absorbe).

Los rayos β y los rayos catódicos son electrones de alta velocidad. Los β son emitidos por núcleos radiactivos y los catódicos por dispositivos fabricados (p. ej., tubos de rayos X). Las partículas β de muy alta velocidad penetran la materia en mayor medida que las partículas α , hasta un máximo de 1,5 cm en los tejidos. Este mayor poder de penetración se debe a que las partículas β son más pequeñas y ligeras y transportan una sola carga negativa, de modo que tienen una probabilidad mucho menor de interactuar con la materia que las partículas α . Al atravesar la materia, la ionizan con menos facilidad que las partículas α . Las partículas β se utilizan en radioterapia para tratar lesiones cutáneas.

La capacidad de la radiación con partículas para ionizar átomos depende de su energía cinética, que equivale a $[1/2 (\text{masa} \times \text{velocidad}^2)]$, y de su carga. El índi-

ce de pérdida de energía de una partícula a medida que se desplaza de su ruta a través de la materia (tejidos) es la transferencia de energía lineal (TEL). Una partícula pierde energía cinética con cada ionización; cuanto mayores sean su tamaño físico y su carga y menor su velocidad, mayor será su TEL. Por ejemplo, las partículas α (con su elevada carga y baja velocidad) presentan una TEL elevada (son muy ionizantes), con lo que pierden su energía cinética con rapidez y tienen recorridos cortos. Las partículas β (mucho menos ionizantes por masa más ligera y menor carga) tienen una TEL inferior, por lo que penetran con mayor facilidad en los tejidos.

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

La radiación electromagnética es una forma de energía que se mueve a través del espacio, combinándose campos eléctricos y magnéticos. Se genera cuando se altera la velocidad de una partícula cargada eléctricamente. Los rayos gamma (γ), los rayos X, los rayos ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja (calor), las microondas y las ondas de radio son ejemplos de radiación electromagnética (fig.1-1).

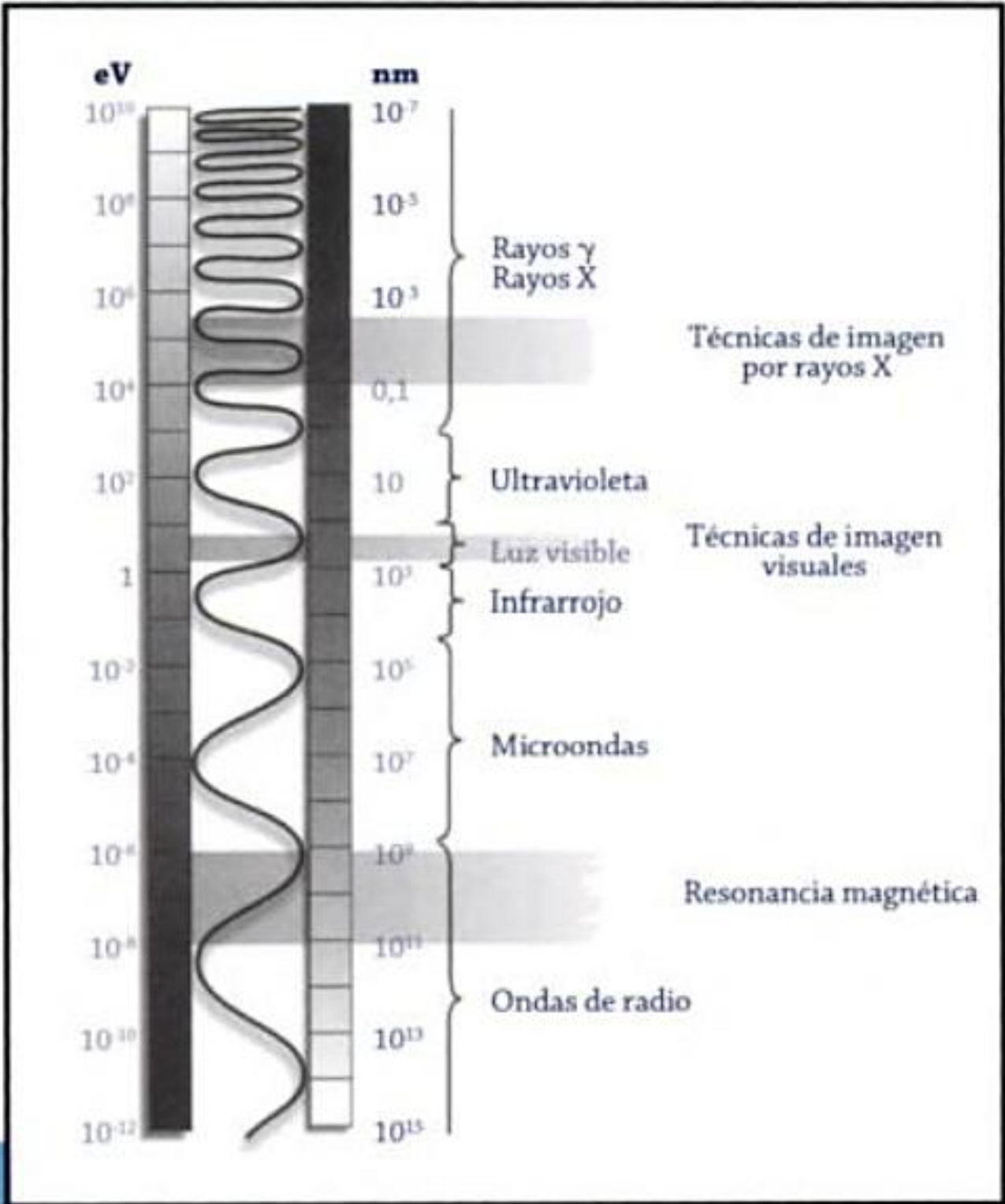


Figura 1-1

Espectro de las radiaciones electromagnéticas y sus propiedades principales.

Los rayos γ son fotones con el mismo rango de energía que los rayos X, pero se originan en el núcleo de los átomos radiactivos. Por el contrario, los rayos X se originan por la interacción de los electrones y núcleos en un dispositivo manufacturado, como un aparato de rayos X. Los tipos de radiación en este espectro son ionizantes o no ionizantes, en función de su energía. Si se asocia suficiente energía con la radiación, para arrancar electrones en órbita de los átomos en la materia irradiada, la radiación es ionizante.

MAGNITUDES Y UNIDADES DE RADIACIÓN:
CONCEPTO Y UNIDADES

La determinación de la cantidad de exposición a la radiación o dosis se denomina «dosimetría». El término *dosis* define la cantidad de energía absorbida por unidad de masa en una zona de interés. La *exposición* es una medida de la radiación, basada en su capacidad para ionizar el aire en condiciones estándares de temperatura y presión. El roentgen (R) es la unidad tradicional de exposición a la radiación medida en el aire y se utiliza para los rayos X y los rayos γ . La *dosis absorbida* es una medida de la energía cedida por cualquier tipo de radiación ionizante a una masa de cualquier material. A diferencia del roentgen, el rad (unidad internacional) no está restringido al aire y se puede aplicar a toda clase de radiaciones. El equivalente del rad es el gray (Gy) o un J/kg ($1\text{ Gy} = 100\text{ rad}$). La *dosis equivalente* se emplea para comparar los efectos biológicos de diversos tipos de radiación. La unidad tradicional de la dosis equivalente es el roentgen equivalente en el ser humano o rem. El rem se define como el producto de la dosis absorbida (rad) y el factor de calidad específico del tipo de radiación. La unidad equivalente al rem es el sievert (Sv) ($1\text{ rem} = 1\text{ Sv}$). La *dosis equivalente efectiva* se utiliza para estimar el riesgo en el ser humano. Es la suma de los productos de la dosis efectiva de cada órgano o tejido (H_T) y el factor de compensación para el tejido (W_T) (tabla 1-1).

Tabla 1-1 Unidades y expresiones útiles en radiología

PREFIJOS DEL SISTEMA INTERNACIONAL (SI)		
Factor	Prefijo	Símbolo
10^{18}	Exa	E
10^{15}	Peta	P
10^{12}	Tera	T
10^9	Giga	G
10^6	Mega	M
10^3	Kilo	k
10^2	Hecto	h

Continúa

Tabla 1-1 Unidades y expresiones útiles en radiología

Continuación

PREFIJOS DEL SISTEMA INTERNACIONAL (SI)

Factor	Prefijo	Símbolo
10 ¹	Deca	da
10 ⁻¹	Deci	d
10 ⁻²	Centi	c
10 ⁻³	Mili	m
10 ⁻⁶	Micro	μ
10 ⁻⁹	Nano	n
10 ⁻¹²	Pico	p
10 ⁻¹⁵	Femto	f
10 ⁻¹⁸	Ato	a

UNIDADES BÁSICAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL (SI) Y DERIVADAS

Cantidad	Nombre	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Corriente eléctrica	Amperio	A
Carga eléctrica	Culombio	C
Potencial eléctrico	Voltio	V
Potencia	Vatio	W
Resistencia eléctrica	Ohmio	Ω
Frecuencia	Hercio (Hertz)	Hz
Fuerza	Newton	N
Presión	Pascal	Pa
Energía, trabajo, cantidad de calor	Julio	J

UNIDADES RADIOLÓGICAS NUEVAS Y ANTIGUAS

Cantidad	Nombre	Símbolo	Expresión en otras unidades	Expresión en unidades SI
<i>Actividad</i>	Becquerel (curie)	Bq (Ci)	(3,7 × 10 ¹⁰ Bq)	l/s
<i>Dosis absorbida</i>	Gray (rad)	Gy (rad)	J/kg (10 ⁻² Gy)	m ² /s ²
<i>Dosis equivalente</i>	Sievert (rem)	Sv (rem)	J/kg (10 ⁻² Sv)	m ² /s ²
<i>Exposición</i>	Culombio/kg (roentgen)	C/kg (R)	C/kg (2,58 × 10 ⁻⁴ C/kg)	sA/kg

ESTRUCTURA ATÓMICA E IONIZACIÓN

Cuanto nos rodea está compuesto por materia, entendiéndose por esta cualquier cosa que ocupe espacio y tenga inercia, posea masa y pueda ejercer fuerza o ser sometida a la acción de una fuerza. Se presenta en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Puede dividirse en elementos y componentes. Los átomos son las unidades fundamentales de los elementos y no pueden dividirse por métodos químicos ordinarios, pero pueden romperse en partículas menores (subatómicas) por la acción de técnicas especiales de alta energía. Se han descrito más de 100 partículas subatómicas. No obstante, las denominadas partículas fundamentales, de máximo interés en radiología, son los electrones, los protones y los neutrones. Su interés radica en que la generación, emisión y absorción de radiación se producen a nivel subatómico. El átomo es invisible, de modo que se recurre a modelos para explicar su estructura. En los fenómenos relacionados con la radiología se recurre al modelo de mecánica cuántica propuesto por Bohr en 1913. Este autor concebía el átomo como un sistema solar en miniatura, en el centro del cual se sitúa el núcleo, como análogo del Sol. Los electrones giran alrededor de ese núcleo a elevadas velocidades, al igual que los planetas orbitan en torno al Sol. En todos los átomos, excepto en el de hidrógeno, el núcleo está formado por dos partículas subatómicas básicas: los protones y los neutrones; el núcleo del hidrógeno está formado por un solo protón. Los electrones tienen órbitas (orbitales) en torno al núcleo en todos los átomos. Todos los electrones son semejantes, como lo son todos los protones y neutrones. Los orbitales o capas se sitúan a distancias definidas del núcleo y se identifican por una letra. La capa más interna es la capa K y las siguientes en orden serían las capas L, M, N, O, P y Q (fig. 1-2). La capa K se identifica con el número 1, la L con el número 2 y así sucesivamente, lo que corresponde a los principales números cuánticos, representados por n . El máximo número de electrones en una capa dada es $[2 (n^2)]$.

El electrón tiene una carga eléctrica negativa, el protón una carga positiva y el neutrón no lleva carga. La mayor parte de la masa de un átomo corresponde a los protones y neutrones concentrados en el núcleo. Sin embargo, este sólo representa una pequeña fracción (alrededor de 1/100.000) del tamaño total del átomo. La mayor parte del tamaño del átomo la constituye la nube de electrones de sus orbitales. El número de protones contenidos en el núcleo determina la carga positiva. Dado que cualquier átomo en su estado basal es eléctricamente neutro, el número total de protones y electrones que presenta debe ser el mismo. El número de protones en el núcleo también determina la identidad de un elemento (número atómico Z). Cada uno de los más de 100 elementos o tipos de átomos conocidos tiene un número atómico específico, un número correspondiente de electrones en los orbitales y, en consecuencia, propiedades

químicas y físicas particulares. El número total de protones y neutrones que se encuentran en el núcleo de un átomo constituyen la masa atómica (A).

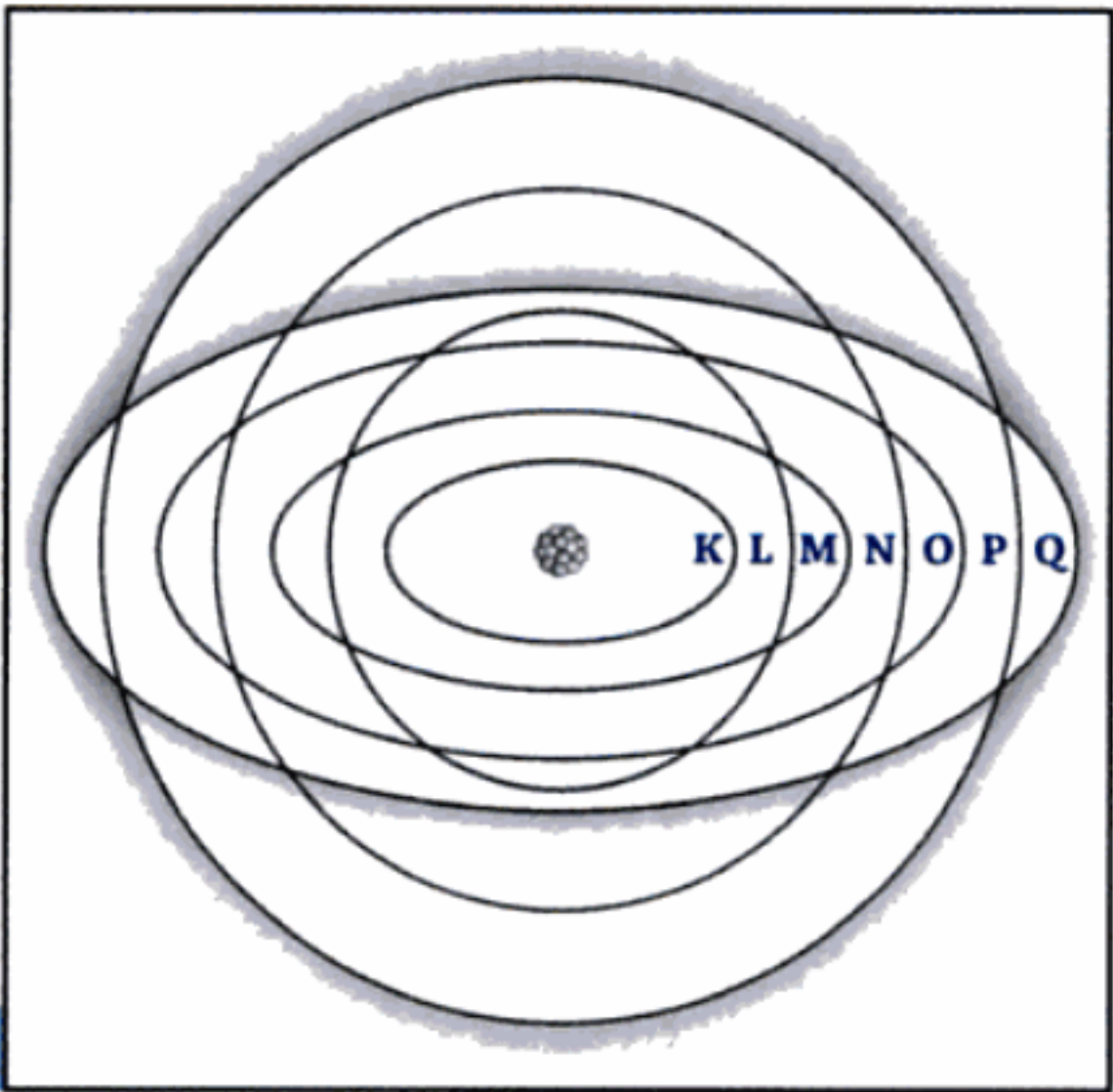


Figura 1-2 Estructura de un átomo en la que se muestra la distribución e identificación de las capas electrónicas que rodean al núcleo.

La atracción electrostática entre un núcleo cargado positivamente y sus electrones con carga negativa contrarresta la fuerza centrífuga originada por el movimiento giratorio rápido. Como consecuencia, la cantidad de energía necesaria para retirar un electrón de una determinada capa debe superar la fuerza electrostática de atracción entre aquel y el núcleo. Esto se denomina *energía de enlace* de un electrón y es específica para cada capa del átomo. Los electrones de la capa K de un determinado átomo presentan la mayor energía de enlace, porque son los más próximos al núcleo. La energía de enlace de los electrones va disminuyendo en las sucesivas capas. Para desplazar un electrón de una órbita específica a otra más distante del núcleo, hay que suministrar energía en una cantidad igual a la diferencia de energías de enlace entre las dos órbitas. Por el contrario, al mover un electrón de una órbita externa a otra más próxima al núcleo se pierde energía, que se libera en forma de radiación electromagnética (*radiación característica*). Los electrones de la capa K y los de cualquier otra capa de los átomos grandes (Z elevado) presentan energías de enlace mayores que los situados en capas comparables de átomos menores (Z bajo). Ello se debe a que los átomos mayores tienen más protones, por lo que ligan a los electrones orbitales al núcleo de una forma más estrecha de lo que lo hacen los átomos menores.

Cuando el número de electrones en órbita en un átomo es igual al número de protones en su núcleo, el átomo es eléctricamente neutro. Si un átomo eléctricamente neutro pierde un electrón, se convierte en un ión positivo, y el electrón libre se transforma en un ión negativo. Este proceso de formación de un par de iones recibe el nombre de *ionización*. El calentamiento o las interacciones (colisiones) con rayos X de alta energía o partículas como los protones pueden arrancar electrones de un átomo. Esta ionización requiere energía suficiente para vencer las fuerzas electrostáticas de unión entre los electrones y el núcleo. Los electrones en las capas internas (K, L y M) están tan íntimamente ligados al núcleo que sólo los rayos X, los rayos γ y las partículas de alta energía pueden arrancarlos. Por el contrario, los electrones en las capas externas tienen energías de enlace tan bajas que pueden ser desplazados fácilmente por fotones de baja energía, como la luz ultravioleta o la luz visible. La luz visible es inducida por una radiación electromagnética entre 380 y 780 nm, cubriendo el espectro cromático desde el violeta hasta el rojo. Las lámparas de polimerización empleadas en aplicaciones odontológicas utilizan sólo longitudes de onda situadas en la gama del azul (entre 400 y 500 nm). Esta luz se emplea para inducir a los fotoiniciadores incorporados en los materiales denominados *composites*, para que, una vez liberados los numerosos monómeros que los componen, estos formen cadenas de polímeros. El grado de polimerización es uno de los factores que determinan la calidad de los materiales de restauración.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Bushong SC. Manual de radiología para técnicos. Física, biología y protección radiológica. Madrid: Harcourt Brace, 1998.

De Freitas A, Rosa JE, Faria e Souza I. Radiologia Odontológica. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.

Finestres F. Protección en radiología odontológica. Barcelona: Ediciones U.B., 2004.

Haring JI, Jansen L. Radiología dental. Principios y técnicas. México: McGraw-Hill Interamericana, 2002.

Valls A, Algara M. Radiobiología. Madrid: Eurobook, 1994.

White SC, Pharoah MJ. Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES

Eduardo Chimenos Küstner y Rafael Cuevas Gómez

La interacción inicial entre la radiación ionizante y la materia se produce en el electrón en los primeros 10^{-13} segundos siguientes a la exposición. Estos cambios modifican las moléculas biológicas en los siguientes segundos a horas. A su vez, los cambios moleculares pueden dar mayores alteraciones en las células y organismos que persisten durante horas, décadas e incluso generaciones. Pueden producir lesión o muerte de la célula u organismo.

Los efectos biológicos de la radiación ionizante se dividen en dos amplias categorías: efectos no estocásticos y efectos estocásticos. Los *efectos no estocásticos* son aquellos en los que la gravedad de la respuesta es proporcional a la dosis. Estos efectos se producen cuando la dosis es lo bastante grande. Los efectos no estocásticos tienen una dosis umbral por debajo de la cual no aparecen. Ejemplos de efectos no estocásticos son los cambios orales tras la radioterapia y la enfermedad por radiación tras irradiar todo el cuerpo. Por el contrario, los *efectos estocásticos* se deben al azar y la probabilidad de que se produzca el cambio depende de la dosis, si bien no se le atribuye un umbral determinado. Estos efectos siguen el principio del todo o nada: aparecen o no aparecen. Por ejemplo, el cáncer inducido por radiación es un efecto estocástico, dado que la mayor exposición de una persona o de una población a la radiación aumenta la probabilidad del mismo, aunque no su gravedad. En odontología, las medidas de protección frente a los posibles efectos biológicos de las radiaciones empleadas en radiodiagnóstico van encaminadas a evitar principalmente los efectos estocásticos, ya que las dosis de radiación que se manejan son reducidas.

La radiación actúa sobre los sistemas vivos mediante efectos directos e indirectos. Cuando la energía de un fotón o de un electrón secundario ioniza macromoléculas biológicas, se denomina *efecto directo*. Como consecuencia de dicha ionización, se forman radicales libres inestables (átomos o moléculas que tienen un electrón no apareado en la capa de valencia). Son muy reactivos y sus vidas medias son cortas. Se transforman rápidamente en configuraciones estables, bien sea por disociación (ruptura) o por entrecruzamiento (unión de dos moléculas). Dado que las moléculas alteradas difieren estructural y funcionalmente de las originales, la consecuencia es un cambio biológico en el organismo irradiado. Alrededor de un tercio de los efectos biológicos de la exposición a los rayos X se debe a los efectos directos.

Por el contrario, el fotón puede ser absorbido por el agua de un organismo ionizando las moléculas de esta. Los iones resultantes forman radicales libres (*radiólisis del agua*), que interactúan con las moléculas biológicas y producen cambios en ellas. Dado que se necesitan cambios intermedios que afecten a las moléculas de agua, esta serie de sucesos se denomina *efectos indirectos*. Tras la exposición a la radiación ionizante se produce una compleja serie de cambios químicos en el agua. Aunque la radiólisis del agua es muy compleja, el agua en equilibrio es convertida en gran medida en hidrógeno (H^*) y radicales hidroxilo (OH^*) libres. Estos radicales desempeñan un papel fundamental en la producción de cambios moleculares en las moléculas biológicas. Si existe oxígeno molecular (O_2) disuelto en el agua irradiada, también pueden formarse unos radicales libres denominados hidroperóxidos (HO_2^*) que pueden contribuir asimismo a la formación de peróxido de hidrógeno. Tanto aquel como estos son agentes oxidantes que pueden alterar significativamente las moléculas biológicas y producir la destrucción celular. Se consideran las principales toxinas producidas en los tejidos por acción de las radiaciones ionizantes. Dado que el agua es la molécula predominante en los sistemas biológicos (alrededor de un 70 % del peso), suele participar en las interacciones entre los fotones de rayos X y las moléculas biológicas de un organismo. Unos dos tercios de las lesiones biológicas inducidas por la radiación se deben a los efectos indirectos. La interacción del hidrógeno y los radicales hidroxilo libres con las moléculas orgánicas puede dar lugar a la formación de radicales libres orgánicos. Estos son inestables y se transforman en moléculas alteradas estables, cuyas propiedades químicas y biológicas son distintas a las originales.

EFFECTOS DE LA IRRADIACIÓN EN CÉLULAS, TEJIDOS Y ÓRGANOS

Las radiaciones ionizantes pueden producir alteraciones a distintos niveles en el interior de las células. Desde un punto de vista molecular, pueden provocar cambios en las estructuras proteicas, rompiendo cadenas laterales o puentes de hidrógeno o disulfuro, lo que conduce a la desnaturalización de las proteínas afectas. De forma similar, también las moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) pueden transformarse bajo la acción de dichas radiaciones. Como consecuencia, puede perderse alguna de las bases nitrogenadas, pueden romperse puentes de hidrógeno entre las cadenas de la doble hélice, pueden romperse una o ambas cadenas, pueden producirse entrecruzamientos entre las cadenas de una misma hélice o de dos hélices distintas o con proteínas, etc. No obstante, la dosis de radiación necesaria para que se produzcan fracturas de cadenas de ADN o desnaturalización de proteínas de forma significativa es muy superior a la requerida para que se ocasione la muerte de la célula, como consecuencia de lesiones más groseras, de índole bioquímica.

Los efectos de la radiación sobre las estructuras intracelulares se deben a los cambios inducidos por la radiación en sus macromoléculas. Aunque los cambios moleculares iniciales se producen en una fracción de segundo después de la exposición, los cambios celulares derivados de exposiciones moderadas suelen precisar un mínimo de horas antes de hacerse aparentes. Estos cambios se manifiestan en principio como modificaciones estructurales y funcionales en las organelas celulares. Con posterioridad puede producirse la muerte celular. El núcleo es más radiosensible (en términos de letalidad) que el citoplasma, sobre todo en células en división. El punto sensible del núcleo es el ADN de los cromosomas. Estos sirven como marcadores útiles de las lesiones por radiación. Son fáciles de ver y de cuantificar y el alcance de sus lesiones está relacionado con la supervivencia celular. Se observan alteraciones cromosómicas en las células irradiadas en el momento de la mitosis, cuando el ADN se condensa para formar los cromosomas. El tipo de lesión depende de la fase del ciclo celular en la que se encuentra la célula en el momento de la irradiación. Las aberraciones cromosómicas (deleciones, traslocaciones, inversiones, formaciones en anillo, etc.) se detectan en los linfocitos de la sangre periférica. La frecuencia de estas alteraciones suele ser proporcional a la dosis de radiación recibida. Las organelas citoplasmáticas más importantes, que pueden alterarse por la acción de dosis de radiación relativamente altas (30-50 Gy), son las mitocondrias. Entre los efectos observados se encuentran un aumento de la permeabilidad, edema y desorganización de sus crestas internas. Si la dosis de radiación es moderada (2-4 Gy), es probable que los cambios celulares mencionados tengan tan sólo una repercusión menor en las células en división rápida.

Las radiaciones ionizantes actúan sobre la cinética (índice de recambio) de sistemas celulares de división rápida, como la piel y la mucosa intestinal, reduciendo el tamaño del tejido irradiado. Ello resulta del retraso mitótico (inhibición de la progresión de las células a lo largo del ciclo celular) y de la muerte celular (suele producirse durante la mitosis). La muerte ligada a mitosis en una población celular es la pérdida de la capacidad de división mitótica. Se deriva de la lesión nuclear que ocasiona alteraciones cromosómicas. Basta una dosis moderada de radiación para que muera una población celular en división mitótica, mientras que se requieren dosis más elevadas e intervalos más prolongados de tiempo para que ocurra la muerte en interfase (figs. 2-1 y 2-2).

Las alteraciones que se pueden producir sobre la célula debido a las radiaciones ionizantes pueden ser:

1. Alteraciones fuera de la fase mitótica: son cambios morfológicos inespecíficos que afectan sobre todo al núcleo celular.
2. Alteraciones durante la mitosis: afectan a los cromosomas.
3. Alteraciones en el desarrollo del ciclo celular: bloquean las células en la fase G_2 y disminuyen la velocidad de síntesis.

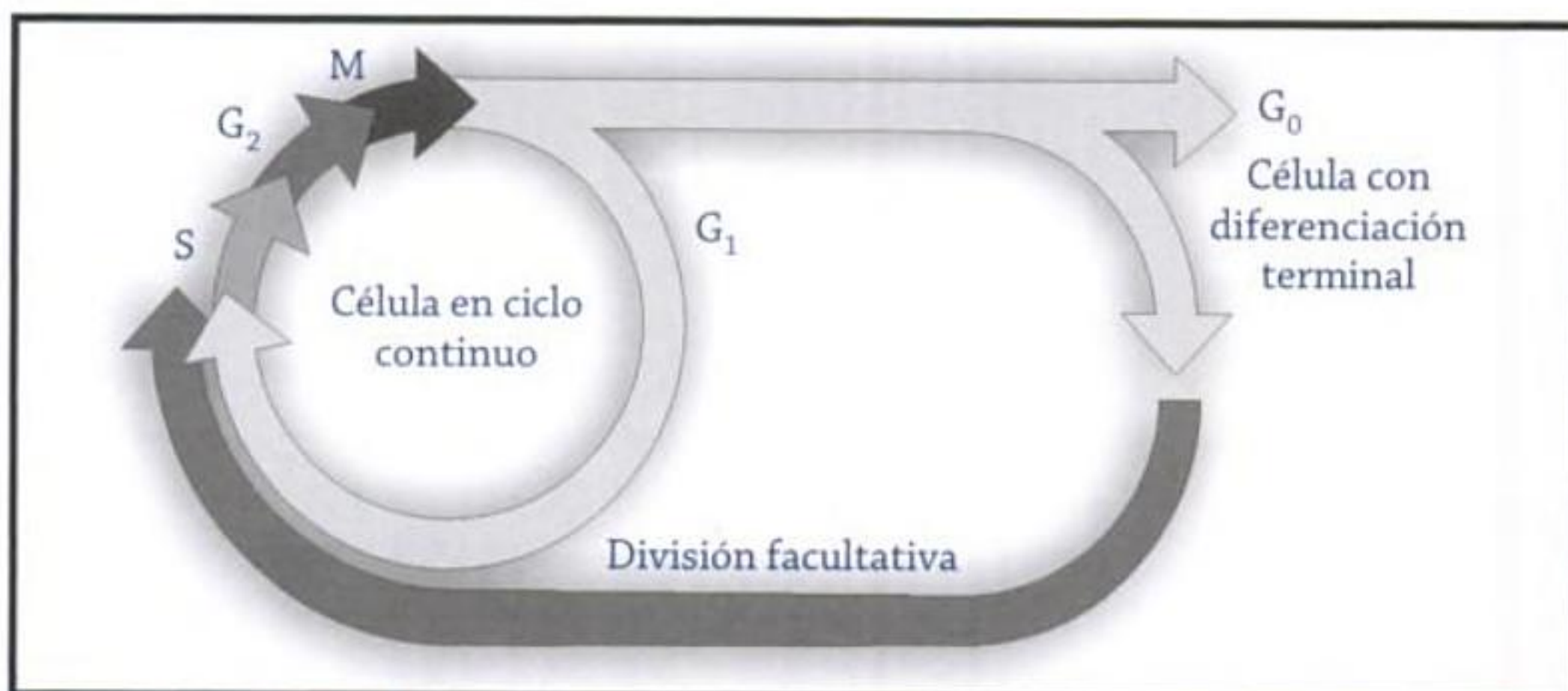


Figura 2-1

Representación esquemática del ciclo celular.

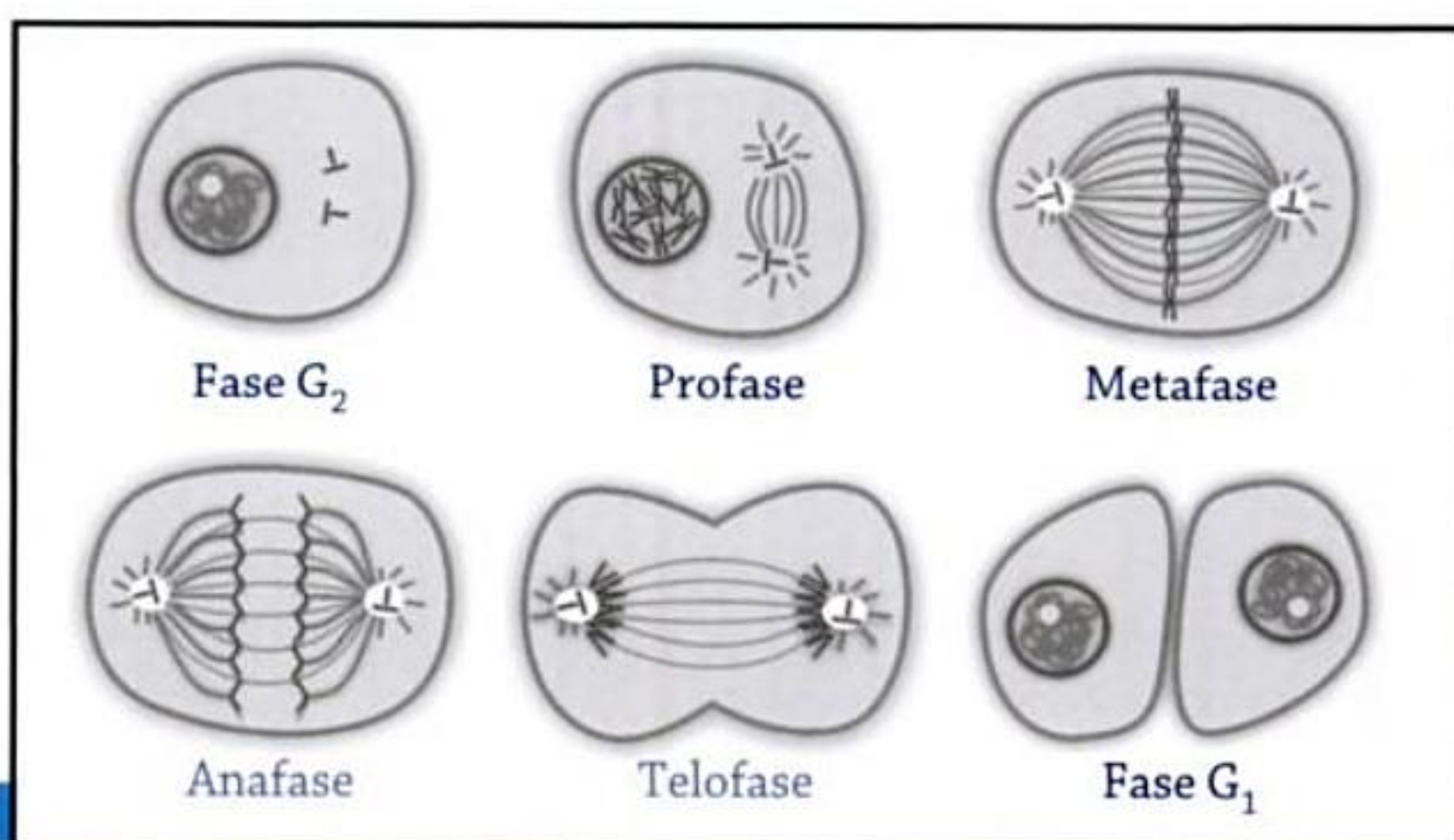


Figura 2-2

Representación esquemática de la división celular.

La respuesta celular a la irradiación dependerá de la dosis recibida, que progresivamente será:

1. *Retraso mitótico*. Se detienen las células en la fase G₂, produciéndose un retraso en la mitosis y, por consiguiente, del número de células que entran en división.
2. *Fallo productivo*. Caracterizado porque las células pueden perder la capacidad de dividirse repetidamente. La deficiencia mitótica está muy relacionada con los cromosomas.

3. *Muerte en interfase*. La muerte en interfase necesita de grandes dosis de radiación y se produce antes de entrar la célula en división, lo que puede ocurrir en todos los tipos de tejidos, sin estar relacionado con el ciclo celular.
4. *Muerte inmediata por necrosis*. Se produce cuando las dosis de radiación son muy elevadas.

En cultivos celulares se emplean *curvas de supervivencia* para determinar la respuesta de las células en replicación expuestas a radiación. Las placas se irradian antes del crecimiento de las colonias y luego se estudia el efecto producido. Las curvas de supervivencia han ayudado a los investigadores a comprender la respuesta de las células ante su irradiación bajo diversas condiciones. La recuperación celular incluye la reparación enzimática de las roturas de cadena única de ADN. La lesión de ambas cadenas de ADN en el mismo lugar (casi siempre causada por radiación con partículas) suele ser letal para la célula.

El grado de sensibilidad de las células a la irradiación es diverso. En 1906 Bergonié y Tribondeau, radiobiólogos, observaron que las células más radiosensibles son las que: *a)* tienen un mayor índice de mitosis; *b)* posteriormente sufren múltiples mitosis futuras, y *c)* tienen una diferenciación más primitiva. A excepción de los linfocitos y de los oocitos, que son muy radiosensibles aunque estén muy diferenciados y no se dividan, estos hallazgos continúan vigentes. En términos generales, son más radiosensibles las células con mayor actividad mitótica (porque sufren muchas divisiones o se dividen con frecuencia), las células más inmaduras o menos diferenciadas y las células con mayor metabolismo. Es decir, son más radiosensibles las células sanguíneas (de médula ósea y linfocitos) y los epitelios mucosos (como las células basales de la mucosa oral), las de la reproducción inmaduras (espermatoцитos y oocitos) y las óseas jóvenes (osteoblastos). Son más resistentes a la radiación las células maduras de los epitelios como la piel (queratinocitos), de los huesos (osteocitos), las musculares y las nerviosas (neuronas).

Las células están organizadas en unidades de funcionamiento mayores, los tejidos y los órganos, que, al igual que las células, varían en cuanto a su radiosensibilidad. Los órganos radiosensibles están compuestos de células sensibles a la irradiación, como los tejidos linfoides, la médula ósea, los testículos y las mucosas oral e intestinal. El tejido vascular fino, los cartílagos y huesos en crecimiento, al igual que órganos como las glándulas salivales, el tiroides, los pulmones, los riñones y el hígado, son más radiorresistentes (tabla 2-1). Los efectos de la radiación se clasifican como de corto y largo plazo. Tras un período de latencia, algunos efectos se observan a los pocos minutos, días o semanas y se denominan *efectos inmediatos o a corto plazo*. Están asociados con grandes cantidades de radiación absorbida durante un período corto (p. ej., ex-

posición a radiaciones por un accidente nuclear o la explosión de una bomba atómica). El síndrome de radiación aguda es un efecto a corto plazo e incluye náuseas, vómitos, diarrea, pérdida de cabello y hemorragias. Cuando los efectos se manifiestan al cabo de varios meses, años, decenios o generaciones, se denominan *efectos tardíos o a largo plazo*. Se asocian con cantidades pequeñas de radiación, absorbidas de manera repetida en un período largo. Los niveles bajos repetidos están ligados a la inducción de cáncer, anomalías del nacimiento y defectos genéticos (efectos estocásticos).

Tabla 2-1 Radiosensibilidad relativa de varios órganos y tejidos

Alta	Intermedia	Baja
Órganos linfoides Médula ósea Testículos Intestinos Membranas mucosas	Vasos sanguíneos finos Cartilago de crecimiento Hueso en crecimiento Glándulas salivales Riñón, hígado	Cristalino Eritrocitos maduros Células musculares Neuronas

Las células del cuerpo se clasifican como somáticas y genéticas. Las primeras son todas las que forman el cuerpo, excepto las reproductoras (que son las genéticas). Según el tipo de célula lesionada por la radiación, el efecto biológico se clasifica como somático o genético. Los efectos somáticos se observan en personas irradiadas; las lesiones que provocan cambios en las células somáticas ocasionan una mala salud en el individuo irradiado. El efecto somático más importante de la exposición a las radiaciones es la inducción de cáncer, leucemia y cataratas. Sin embargo, estos cambios no se transmiten a generaciones futuras. Por el contrario, los efectos genéticos no se observan en la persona irradiada, sino que pasan hacia las generaciones futuras. Las lesiones por radiación que provocan cambios en las células genéticas no afectan a la salud del individuo expuesto; en lugar de ello, las mutaciones inducidas por radiación afectan a la salud de los sucesores. No es posible reparar los daños genéticos.

La respuesta de las células a la irradiación depende de las variaciones de los parámetros de exposición y del medio ambiente de la célula. Así, la gravedad de la lesión no estocástica apreciable en los tejidos u órganos irradiados depende de la *dosis o cantidad de radiación recibida*. El *índice de dosis* es otro parámetro que se debe tener en cuenta: no es lo mismo administrar una dosis total de 5 Gy con un índice de dosis alto (2,5 Gy/min), que con un índice de dosis bajo (5 mGy/min). El índice de dosis alto dificulta la recuperación del tejido irradiado y viceversa. La resistencia a las radiaciones de muchos sistemas biológicos aumenta en situación de *hipoxia*. Es decir, que el oxígeno, cuya presencia se rela-

ciona con la mayor cantidad de radicales libres, favorece la acción de las radiaciones ionizantes. La dosis requerida para producir un determinado efecto biológico se reduce a medida que aumenta la transferencia lineal de energía. Así, las partículas α dañan más los sistemas biológicos, ya que, debido a su alta densidad de ionización, inducirán roturas en la doble hélice del ADN con mayor probabilidad que los rayos X, por ejemplo.

EFFECTOS DE LA IRRADIACIÓN EN TODO EL CUERPO

Cuando todo el cuerpo queda expuesto a dosis bajas o moderadas de radiación, se producen unas alteraciones que constituyen el síndrome agudo por irradiación. Este consiste en un conjunto de síntomas y signos que se han descrito, partiendo de la experimentación animal y de las exposiciones humanas durante la radioterapia, en explosiones de bombas atómicas y en accidentes radiactivos. Si las radiaciones a las que se ha sometido el cuerpo humano son suficientemente elevadas (a partir de 1,5 Gy), se produce un período prodrómico de náuseas, vómitos, diarrea, debilidad y fatiga, tras el cual puede existir un período de latencia de horas o días (dependiendo de la dosis de radiación recibida). Transcurrido ese período, con dosis de 2-7 Gy, se producen manifestaciones derivadas de la alteración del sistema hematopoyético (leucopenia, plaquetopenia y, finalmente, anemia). Más tarde, con dosis más elevadas (7-15 Gy) se originan extensas lesiones en el tracto gastrointestinal, produciendo un síndrome que cursa con diarrea, deshidratación y sepsis. Exposiciones superiores a 50 Gy suelen causar la muerte en 1 o 2 días, por colapso cardiocirculatorio y trastornos del sistema nervioso central. Esta situación es completamente irreversible.

EFFECTOS DE LA RADIACIÓN EN EMBRIONES Y FETOS

La mayor parte de las células embrionarias son relativamente indiferenciadas y experimentan mitosis rápidas. Por tanto, son más susceptibles a sufrir alteraciones bajo la acción de las radiaciones ionizantes. La irradiación prenatal puede conducir a la muerte o producir malformaciones, que dependerán de la etapa del desarrollo en que se encuentre el embrión o el feto. Los primeros 45 días del desarrollo (organogénesis) son los más susceptibles a la radiación. Si bien la dosis de radiación que puede recibir el embrión en una exploración diagnóstica de la madre (menos de 0,25 μ Gy, si se utiliza un delantal de plomo) es muy baja, ante el riesgo de que se pueda producir una anomalía es preferible, siempre que sea posible, evitar la exploración radiológica.

EFFECTOS SOMÁTICOS TARDÍOS. CARCINOGENESIS

Son efectos que se observan en individuos irradiados. Los más importantes son los cánceres inducidos por la radiación. Se trata de efectos estocásticos, de manera que la probabilidad de que un individuo sufra un cáncer depende de la cantidad de exposición, pero la gravedad de la enfermedad no se relaciona con la dosis de radiación recibida. Estos efectos se han estudiado sobre todo en poblaciones expuestas a niveles elevados de radiación. El mecanismo de inducción cancerosa por la radiación ionizante no está bien establecido, pero lo más probable es que se relacione con mutaciones genéticas propiciadas por esta. La radiación puede actuar como inductora, como promotora o como convertidora de células premalignas en malignas (fig. 2-3). Los cánceres descritos con mayor frecuencia en relación con la exposición a radiaciones ionizantes son de tiroides, de esófago, tumores cerebrales y del sistema nervioso, tumores de las glándulas salivales y leucemias. Otros efectos somáticos tardíos observados en individuos sometidos a altas dosis de radiación son alteraciones del crecimiento y del desarrollo, retraso mental y cataratas.



Figura 2-3

Carcinoma espinocelular desarrollado sobre una queilitis actínica en el labio inferior, propiciada por la acción de las radiaciones solares.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Bushong SC. Manual de radiología para técnicos. Física, biología y protección radiológica. Madrid: Harcourt Brace, 1998.

De Freitas A, Rosa JE, Faria e Souza I. Radiologia Odontológica. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.

Finestres F. Protección en radiología odontológica. Barcelona: Ediciones U.B., 2004.

Haring JI, Jansen L. Radiología dental. Principios y técnicas. México: McGraw-Hill Interamericana, 2002.

Marx RE, Stern D. Oral and maxillofacial pathology. Chicago: Quintessence, 2003.

Shah JP, Johnson NW, Batsakis JG. Oral cancer. Hampshire: Martin Dunitz, 2003.

Valls A, Algara M. Radiobiología. Madrid: Eurobook, 1994.

White SC, Pharoah MJ. Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

Young B, Heath JW. Histología funcional. Madrid: Elsevier España, 2002.

RADIOTERAPIA. Principios, tipos y complicaciones

Eduardo Chimenos Küstner

El término *radioterapia* hace referencia al tratamiento basado en el empleo de radiación ionizante; es decir, una radiación que interactúa con los fluidos corporales, produciendo iones (radicales) libres. El tipo de radiación que se usa con mayor frecuencia es la energía electromagnética, en un rango comprendido entre 60 KeV y 25 MeV. La fuente de radiación electromagnética puede proceder de una máquina, como por ejemplo un aparato de rayos X (caído en desuso) o un acelerador lineal, o por la degradación de un isótopo radiactivo, antes el cobalto 60 (⁶⁰Co) y en la actualidad el yodo 192 (¹⁹²I). En ocasiones se emplea también radiación de partículas, como electrones, neutrones o protones.

Las dosis radioterapéuticas se expresan en forma de dosis absorbida. Esta es la cantidad de radiación ionizante absorbida por unidad de masa de tejido. Por ello se trata de la concentración del efecto de una radiación y no de una cantidad de energía. En el sistema internacional, la unidad de dosis absorbida es el gray (Gy), que se define como la absorción de la energía equivalente a 1 J/kg. La antigua unidad de medida de dosis era el rad. La equivalencia entre ambas unidades es de 100 rad = 1 Gy (tabla 3-1).

Tabla 3-1 Modalidades de fraccionamiento

	Dosis total (Gy)	Número de fracciones	Gy/ fracción	Fracción/ día	Tiempo
Convencional	70	35	2	1	7 sem
Hiperfraccionamiento	80,5	70	1,15	2	7 sem
Fraccionamiento acelerado	72	45	1,6	3	3 sem
Hiperfraccionamiento acelerado	54	36	1,5	3	12 días

Ya se explicó con anterioridad que, en las células expuestas a radiación ionizante, en el agua intracelular se forman radicales libres. Las moléculas grandes pueden desnaturalizarse por la acción de estos radicales libres. La mayoría de

los cambios producidos pueden no provocar efectos evidentes en la función celular, a no ser que se fracturen secuencias del ácido desoxirribonucleico (ADN), de tal manera que la célula sea incapaz de producir nuevas mitosis. La muerte celular se producirá si la célula intenta dividirse y ello puede ocurrir en un intervalo, tras la radioterapia, que puede durar desde minutos hasta varios años. Este fenómeno de «muerte mitótica» es el responsable de casi todos los efectos que se derivan de la radioterapia, tanto en tejidos tumorales como en tejidos normales.

EFECTO SOBRE LOS TEJIDOS NORMALES

Entre los efectos colaterales de la radioterapia se encuentra la muerte mitótica de células normales. Los tejidos que proliferan con rapidez manifiestan en breve plazo los cambios que se producen: la mucosa unos 12 días y la piel unos 21 días después de la radioterapia. Estos efectos se conocen como reacciones agudas. Normalmente se curan por completo. La muerte mitótica de las células endoteliales vasculares forma parte de los efectos retardados. Estas células tardan varios meses en producir su recambio. En consecuencia, la desvascularización de los tejidos irradiados no comienza hasta al menos 3 meses después de la radioterapia y tiende a progresar durante varios años, con escasa o nula recuperación. Los cambios tisulares resultantes de la desvascularización se conocen como daño retardado y tienen carácter irreversible. Algunas células normales no producen mitosis, a no ser que sean estimuladas para ello. Un ejemplo lo constituyen los osteoblastos, que pueden ser estimulados a dividirse para remodelar hueso después de un traumatismo. El hueso es muy resistente a la radioterapia, a no ser que una agresión, como una exodoncia, haya producido un estímulo mitótico. En este caso los osteoblastos pueden sufrir muerte mitótica, produciéndose necrosis del hueso.

Después de muchos años de observación de los efectos que los tejidos sufren a largo plazo tras haber recibido radioterapia, se ha desarrollado el concepto de *tolerancia*. La dosis tolerada depende del tipo de tejido. Por ejemplo, es baja en el caso del cristalino y de la médula espinal y alta en el caso de la piel y del músculo. También depende del volumen de tejido que irradiar.

EFECTO SOBRE LOS TUMORES

El cáncer oral forma parte de los cánceres de cabeza y cuello, donde se incluyen lesiones en los labios, tejidos orales tanto duros como blandos, laringe,

faringe, glándulas salivales mayores, cavidad nasal y senos paranasales. Prácticamente el 90 % de estos cánceres son carcinomas escamosos (espinocelulares). La radioterapia consiste en el empleo de radiaciones ionizantes como tratamiento, único o coadyuvante a otras terapéuticas, del cáncer de cabeza y cuello. El hecho de que los núcleos celulares sean mucho más sensibles a la radiación que el citoplasma y, sobre todo, el daño que producen estas radiaciones ionizantes en el ADN y en la función mitótica de las células cancerígenas son los principios biológicos en los que se fundamenta este tipo de terapia. Las células de un tumor irradiado sufren muerte mitótica. El intervalo entre la irradiación y la muerte celular depende de la tasa de proliferación celular en el tumor. En el caso de un tumor con rápida proliferación celular, como un carcinoma espinocelular, la muerte celular y la lisis se observan a menudo a los pocos días. En cambio, en un tumor de lenta proliferación celular, como un adenoma pleomorfo, puede no manifestar cambios debidos a la radiación durante varios meses o incluso años. La posibilidad de que una dosis determinada de radiación esterilice todas las células tumorales depende de tres factores:

1. *Radiosensibilidad.* Es una propiedad biológica inherente a cada tipo de célula. Está determinada por factores bioquímicos, como la capacidad de la célula para reparar el daño producido en el ADN.
2. *Oxigenación.* Influye en la probabilidad de provocar muerte celular. Cuanto más elevada sea la concentración de oxígeno presente en la célula en el momento de la radiación, más probable será que un radical libre produzca el efecto letal.
3. *Tamaño del tumor.* El número de células presentes en un principio tiene una importancia crítica. Cuantas menos células tumorales existan en un principio, mayor será la probabilidad de destruirlas todas.

La curva dosis-respuesta de la radioterapia puede describirse como una función exponencial. El incremento constante de dosis destruye una fracción constante de células. Si un tumor es relativamente radiorresistente, como un adenocarcinoma de glándulas salivales, la radioterapia podrá curarlo sólo si se trata de una población pequeña de células tumorales, como ocurriría tras la extirpación quirúrgica casi completa. En tumores más radiosensibles, como el carcinoma espinocelular o escamoso, existen más probabilidades de éxito, que disminuyen cuanto mayor es el tumor. Sin embargo, existe una variación importante en el porcentaje de curaciones ante carcinomas escamosos con apariencia clínica e histológica idénticas, debido a las diferencias en el grado de oxigenación, cinética de proliferación celular y radiosensibilidad intrínseca.

TIPOS DE RADIOTERAPIA

Existen, según la localización de la fuente de radiaciones, dos modalidades de radioterapia: la *externa* o *teleterapia*, cuya fuente de radiación es externa al organismo, y la *interna* o *braquiterapia*, en la que isótopos radiactivos dentro de cápsulas, agujas, tubos, etc. se insertan en la zona que tratar. Este segundo tipo se subdivide a su vez en otros dos: braquiterapia intracavitaria, cuando los isótopos son insertados en cavidades corporales, o bien intersticial, si se introducen en tejidos u órganos. En el cáncer oral, la radioterapia puede emplearse como tratamiento único o en combinación con otras modalidades terapéuticas (cirugía, quimioterapia). La probabilidad de lograr el control local del tumor dependerá de la radiosensibilidad, el tamaño, la oxigenación y la localización del tumor que tratar.

Teleterapia o radioterapia externa

La *teleterapia* o *radioterapia externa* es la forma más empleada de radioterapia, en términos generales. Las propiedades de absorción de radiación por los tejidos dependen de la energía de los fotones, que es inversamente proporcional a la longitud de onda. En los inicios de la radioterapia (hasta 1950), las únicas fuentes disponibles de teleterapia eran aparatos de rayos X que operaban con ortovoltaje; es decir, hasta 300 kV. La penetración de los rayos X emitidos por esos aparatos era relativamente baja y, debido a que libraba su máxima dosis en la superficie cutánea causaba inevitables y graves lesiones en la piel. Otra desventaja era la gran absorción por materiales con números atómicos elevados, como el calcio de los huesos. Su empleo en el tratamiento de lesiones en la boca comportaba un elevado riesgo de osteorradionecrosis mandibular. En los últimos 50 años se han ido utilizando fuentes de radiación de energía mucho más elevada, como las bombas de cobalto emisoras de radiaciones γ de más de 1 MeV, o aceleradores lineales emisores de rayos X de 4 MeV y superiores. Estas radiaciones de supervoltaje son mucho más penetrantes que los rayos X de ortovoltaje y liberan un máximo de energía a una profundidad de varios centímetros por debajo de la piel, de modo que las reacciones cutáneas ya no constituyen un problema. Su absorción depende menos del número atómico, de modo que el hueso absorbe muy poca más energía que los tejidos blandos y es menos probable que se produzca la osteorradionecrosis. Habitualmente se emplean dos o más focos emisores de radiación de supervoltaje, convergentes en el volumen del tumor. De este modo, este tejido se irradia de forma homogénea alcanzando la dosis requerida, mientras que los tejidos vecinos atravesados por las radiaciones reciben una dosis más baja (técnica multicampo). Las sesiones de radioterapia mediante radiación externa

se realizan con dosis fraccionadas. Es decir, que la dosis total se divide en varias dosis más pequeñas, administradas durante un período de varias semanas. Cuanto mayor sea el número de fracciones, más alta será la dosis total requerida para producir el mismo efecto (p. ej., 50 Gy en 15 sesiones durante 3 sem equivalen a 65 Gy en 30 sesiones durante 6 sem). El objetivo del fraccionamiento es incrementar el efecto diferencial de la radiación sobre el tumor, en comparación con los tejidos normales, pues aumenta la tolerancia en los tejidos normales, permitiendo la reparación de lesiones subletales; también se incrementa la radiosensibilidad del tejido neoplásico (mediante la reoxigenación). Existen diversos mecanismos que contribuyen a los efectos beneficiosos del fraccionamiento. Las células normales tienen una mayor capacidad que las células tumorales de reparar el ADN dañado tras la exposición a pequeñas dosis de radiación. La respuesta tumoral se intensifica mediante la reoxigenación de las células hipóxicas cuando el tumor regresa; esa es una buena oportunidad para irradiar las células tumorales que están en fases más sensibles del ciclo celular. Sin embargo, el momento del tratamiento y el número de fracciones son objeto de controversia; los distintos autores no se acaban de poner de acuerdo. Se investiga, por ejemplo, la posibilidad de administrar más de una fracción de radioterapia al día.

Para potenciar el efecto de las radiaciones en el tejido tumoral hipóxico, se ha recurrido en ocasiones a la administración de oxígeno a 3 atmósferas de presión, en una cámara hiperbárica. Las células tumorales, más oxigenadas durante este proceso, son más susceptibles a las radiaciones. La propiedad del oxígeno que lo hace responsable de su acción radiosensibilizante es su afinidad electrónica. Por esta razón se han investigado diversas sustancias con afinidad electrónica similar a la del oxígeno, que puedan ser administradas por vía sistémica y alcancen el tejido tumoral hipóxico. Entre diversas sustancias nitroimidazólicas, el nimorazol parece ser el único no neurotóxico con resultados exitosos en la radioterapia del carcinoma orofaríngeo.

La radioterapia externa se suele usar en el tratamiento de tumores primarios, así como de los ganglios linfáticos regionales (en este caso del cuello), ante el riesgo de una posible diseminación metastásica a través del drenaje linfático. Debe tenerse en cuenta que la radiación de un cuello clínicamente normal puede conseguir tasas de control de diseminación similares a las del vaciamiento funcional, evitándose de esta manera desfiguraciones y déficits funcionales. El tipo de radiación más usada en la mayoría de tumores orales y faríngeos es el *haz de fotones*, que se clasifica según su intensidad de voltaje y por tanto de radiación:

1. *Superficial* (de 50 a 150 keV): se usa en el tratamiento de pequeños tumores superficiales de la piel.

2. *Ortovoltaje* (de 150 a 300 keV): se utiliza para tratar tumores superficiales, pero gruesos, de la piel.
3. *Megavoltaje* (1 MeV o más, como en aceleradores lineales o de cobalto): se emplea para el tratamiento de tumores profundamente situados.

Existen también otros tipos de radiaciones como son el *haz de electrones*, el de neutrones y el de protones. El primero es el más usado, ya que permite la liberación de altas dosis de radiación en tumores localizados como máximo a 6 cm de la superficie. El haz de neutrones y el de electrones se consideran todavía en fase experimental, puesto que no existe suficiente experiencia que los avale. Por último se cita un *haz mixto*, que combina el uso de electrones con el de fotones y que se usa normalmente en el tratamiento de los tumores de parótida o en los tumores de piel muy extensos.

■ Fraccionamiento

La liberación de la radiación se realiza de forma fraccionada. Una dosis total que oscila entre 66 y 72 Gy se divide aplicando una dosis diaria de 2 Gy durante 6-7 sem. Estas cantidades de radiación son estándares y varían ligeramente según el protocolo de cada hospital. Existe una amplia variación en la susceptibilidad a la radiación entre las diferentes células y tejidos. Así, las células con mayor potencial mitótico son más radiosensibles que las demás. Este fraccionamiento de la dosis permite el crecimiento de células, tanto de las normales como de las tumorales, en los períodos de tiempo que transcurren entre dosis. La efectividad de esta pauta de tratamiento reside en el hecho de que las células normales tienen mayor capacidad de reparar daños subletales que las tumorales, y así se produce una invasión del tumor por parte de las células normales. Otros protocolos de exposición a las radiaciones ionizantes son el *hiperfraccionamiento* y el *fraccionamiento acelerado*. Los efectos colaterales a corto plazo en el hiperfraccionamiento son más acusados que con el fraccionamiento convencional, pero aparentemente los efectos a largo plazo son menores, aunque no existe aún literatura médica que lo confirme. El hiperfraccionamiento y el fraccionamiento acelerado se usan principalmente en el tratamiento de grandes tumores, que no permiten su resección quirúrgica (tabla 3-1).

■ Curvas de isodosis

Se trata de gráficos que muestran la forma en que la radiación pasa a través de los tejidos. Así, los haces de alta energía de fotones se usan para tumores situados profundamente, mientras que los de baja energía se utilizan para tumores superficiales. Con frecuencia se combinan entre ellos. Habitualmente los tumores de la cavidad oral se tratan con haces bilaterales con la misma cantidad de radiación en cada lado. Las radiaciones indicadas para el tratamiento del paladar blando, la úvula y la nasofaringe afectan secundariamente a las glándulas

salivales, cuya función disminuye. Sin embargo, el riesgo de osteorradionecrosis en este caso queda minimizado. Por el contrario, al tratar tumores del suelo de la boca o de los dos tercios anteriores de la lengua, la mayor parte del hueso mandibular queda expuesto a la radiación, de forma que el riesgo de osteorradionecrosis aumenta a la vez que se conserva la función salival.

Braquiterapia o radioterapia interna

Braquiterapia es un término empleado en radioterapia para referirse a una fuente de radiación situada en contacto o muy próxima al tumor. Esta técnica radioterápica consiste en implantar radioisótopos como el radio, el cesio o el iridio en las localizaciones tumorales. El más utilizado hoy en día es el iridio 192 (^{192}Ir), que se usa principalmente en carcinomas en estadios T1 y T2 localizados en la lengua o el suelo de la boca. Muchas veces el protocolo es mixto; es decir, el paciente recibe mediante radioterapia externa una dosis de 50-55 Gy, seguida de braquiterapia, que aumenta la dosis total. La ventaja que se obtiene es una reducción de la radiación de las glándulas salivales y la zona bucal de la mandíbula (porque se disminuye la radioterapia externa). Este nivel de radiación, 50-55 Gy, es insuficiente para eliminar totalmente la fina vascularización de estos tejidos. En lo que respecta a las curvas de isodosis, con la braquiterapia se produce una rápida disminución de la dosis en los tejidos a medida que la distancia con la fuente de radiación aumenta. Así, la mucositis oral queda confinada únicamente a los tejidos que se encuentran alrededor del radioisótopo. También implica clínicamente un tratamiento preventivo más conservador en los dientes más alejados de la fuente irradiante.

Existen dos métodos: moldes superficiales e implantes intersticiales. El primero se usa poco en el tratamiento del cáncer bucal, pero el segundo se emplea cada vez con mayor frecuencia. El principio de la braquiterapia depende de la *ley del inverso del cuadrado de la distancia*, que establece que la intensidad de la dosis de radiación en un punto es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia en ese punto, desde la fuente de radiación. En el tratamiento intersticial, se implantan sólidas fuentes de radiación directamente en el tumor, produciendo una gran intensidad de radiación en la vecindad inmediata de las fuentes, mientras que la dosis de los tejidos circundantes normales es baja, ya que hay un rápido descenso. Para un tratamiento intersticial exitoso es preciso que todo el tumor visible y palpable, además de un margen de seguridad mínimo de 1 cm, reciba una dosis adecuada de radiación, tan homogénea como sea posible. Hay que evitar áreas infra-dosificadas, donde perduraría la enfermedad, así como áreas sobredosificadas, donde podría desarrollarse una necrosis. En la práctica esto suele significar que las fuentes de radiación deben abarcar toda la lesión; por ello la irradiación intersticial suele aplicarse sólo a tumores confinados en los tejidos blandos. Las fuentes no

pueden insertarse en el hueso, por lo que los tumores que afectan al tejido óseo no suelen ser tributarios de este tipo de radiación intersticial.

El material radiactivo empleado en braquiterapia puede implantarse de forma permanente o removible. Estos elementos radiactivos emiten rayos γ . Los implantes permanentes son isótopos radiactivos de vida corta que rápidamente pierden su actividad lesiva, de modo que pueden permanecer con seguridad en el lugar del tumor durante un tiempo limitado. Se ha empleado oro 198 (^{198}Au) en forma de agujas, introducidas con una pistola de diseño especial. Es difícil distribuir las agujas de oro radiactivo de manera que garanticen una distribución uniforme de la dosis, de modo que, actualmente, se emplea en raras ocasiones. En la actualidad casi toda la braquiterapia se realiza mediante fuentes de radiación removibles. Al principio de la radioterapia tan sólo se disponía de radio o rádivm (Ra), que se administraba en agujas de platino de 2,5 mm de diámetro y 1,5 a 6 cm de longitud. En la actualidad se ha reemplazado por isótopos radiactivos obtenidos artificialmente, cuyo manejo es mucho más seguro, entre los que se encuentran el cesio 137 (^{137}Cs), disponible en agujas similares a las del radio. Sin embargo, tal como se indicó con anterioridad, el material radiactivo más empleado para la irradiación intersticial es el ^{192}Ir , que se fabrica en unos cables finos, de 0,6 mm de diámetro, cómodos de usar, ya que se introducen en unos tubos de plástico (fig. 3-1). Éstos son emplazados adecuadamente en el tumor que se debe tratar, bajo anestesia y sin riesgo de radiación para el terapeuta durante este proceso. Actualmente se impone la *braquiterapia de alta tasa de dosis*, que es capaz de ceder gran cantidad de energía por unidad de tiempo.

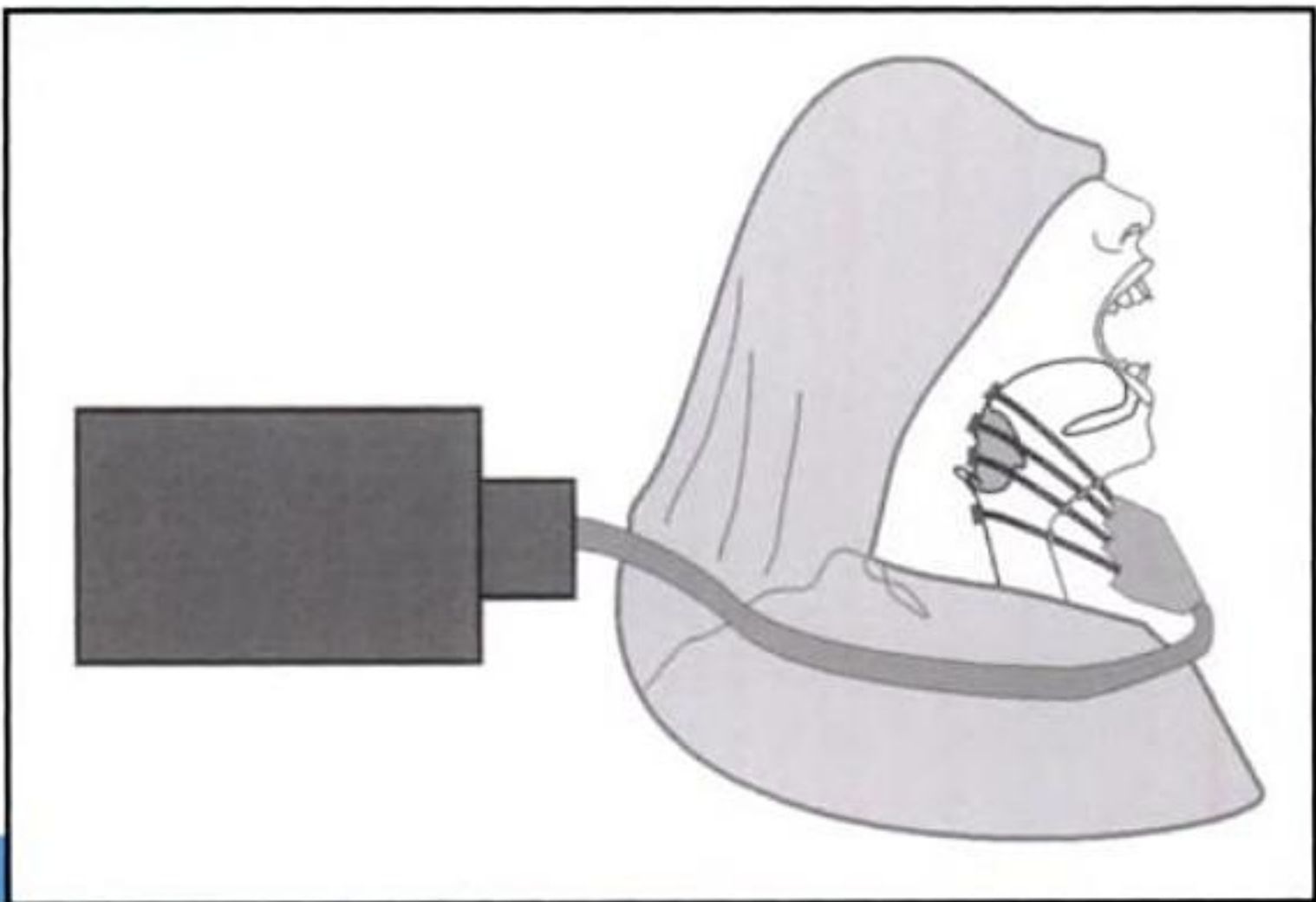


Figura 3-1

Braquiterapia intersticial.

Los tratamientos referidos no son excluyentes. Pueden combinarse teleterapia y braquiterapia entre sí, o cada una de ellas con cirugía. En algún caso, puede estar indicada la radioterapia prequirúrgica, si se teme una diseminación metastásica por el acto quirúrgico. No obstante, en la mayoría de los casos la radioterapia completa el tratamiento quirúrgico, eliminando aquellas células que pudieran haber podido quedar en la zona intervenida.

EFECTOS ADVERSOS Y COMPLICACIONES DE LA RADIOTERAPIA

Cualquier tumor puede ser destruido mediante radioterapia si la dosis de radiación liberada es suficiente. El factor limitante es la capacidad del tejido normal de tolerarla. Se producen en este tejido sano unas alteraciones que corresponden a cambios o efectos:

1. *Agudos o inmediatos*. Aparecen durante la radioterapia. Se producen por daños celulares y causan una pérdida o interrupción de la función tisular.
2. *A medio plazo o directos*. Aparecen al poco tiempo de la radioterapia, dependen del nivel de radiación y se relacionan con un retraso en la cicatrización.
3. *Tardíos, crónicos o indirectos*. Son consecuencia de la reducción de la vascularización y de los cambios tisulares que se producen a continuación.

En resumen, los efectos de la radioterapia se clasifican en inmediatos y retardados. Los inmediatos o agudos aparecen durante el tratamiento o poco tiempo después de que este haya concluido, mientras que los tardíos se manifiestan meses o años más tarde. Son efectos inmediatos o agudos las *mucositis* (por acción directa de la radiación sobre el epitelio mucoso), reacciones cutáneas eritematosas y depilación (como efecto directo de la radiación sobre la piel y sus anejos), la pérdida del sentido del gusto (disgeusia o ageusia, por acción de la radiación sobre las papilas gustativas y los nervios sensitivos), la sequedad de boca (xerostomía, por destrucción de parénquima de glándulas salivales mayores y menores) y las infecciones, sobre todo por *Candida albicans*. Entre los efectos tardíos hay que destacar isquemia y fibrosis, necrosis de los tejidos blandos, así como necrosis de los tejidos óseos irradiados: *osteorradionecrosis*, con exposición de hueso y riesgo de infecciones y fracturas. Como efecto secundario a todo lo anterior, y en particular a la reducción de la salivación, en los pacientes irradiados se producen con frecuencia, de forma tardía, caries características muy agresivas, en especial en los cuellos de los dientes (tabla 3-2) (figs. 3-2 a 3-5).

Tabla 3-2 Efectos secundarios de la radioterapia en tejidos de la cavidad oral

Efectos inmediatos	Efectos a medio plazo	Efectos crónicos
Mucositis Radiodermatitis Disgeusia Glosodinia Xerostomía Sobreinfecciones (candidiasis)	Caries Enfermedad periodontal Trismus Disfagia Necrosis mucosa Necrosis cutánea	Atrofia Disminución de la movilidad Ulceración crónica Telangiectasia Hiperpigmentación o hipopigmentación Cicatrices Xerostomía Osteorradionecrosis Alteraciones del germen dental Crecimiento óseo alterado



Figura 3-2

Efectos adversos de la radioterapia: mucositis.



Figura 3-3

Efectos adversos de la radioterapia: boca seca.



Figura 3-4

Efectos adversos de la radioterapia: caries cervicales (A) y caries destructivas (B).



Figura 3-5

Efectos adversos de la radioterapia: alteraciones cutáneas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Chimenos Küstner E, López López J, Font Costa I. Riesgo de cáncer oral y marcadores moleculares. *Med Oral Patol Cir Bucal* 2004;9:377-384.

De Freitas A, Rosa JE, Faria e Souza I. Radiología odontológica. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.

Finestres F. Protección en radiología odontológica. Barcelona: Ediciones U.B, 2004.

- Finestres F, Guix B, Cloquell D, Chimenos E, Tello JI.** Tratamiento del carcinoma de labio mediante braquiterapia de alta tasa de dosis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2005;10:17-24.
- Huber MA, Terezhalmay GT.** The head and neck radiation oncology patient. *Quintessence Int* 2003;34:129-36.
- Marx RE, Stern D.** Oral and maxillofacial pathology. Chicago: Quintessence, 2003.
- Oh HK, Chambers MS, Garden AS, Wong PF, Martin JW.** Risk of osteoradionecrosis after extraction of impacted third molars in irradiated head and neck cancer patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:139-44.
- Ord RA, Blanchaert RH.** Oral cancer. The dentist's role in diagnosis, management, rehabilitation, and prevention. Chicago: Quintessence books, 2000.
- Shah JP, Johnson NW, Batsakis JG.** Oral cancer. Hampshire: Martin Dunitz, 2003.
- Valls A, Algara M.** Radiobiología. Madrid: Eurobook, 1994.
- White SC, Pharoah MJ.** Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

PREVENCIÓN. Medidas de protección frente a las radiaciones

Eduardo Chimenos Küstner y Rafael Cuevas Gómez

Tanto los aparatos diseñados para obtener imágenes con finalidad diagnóstica, como los diseñados con finalidad radioterapéutica se construyen procurando reunir una serie de características encaminadas a proteger al máximo a todos sus usuarios frente a las radiaciones. Así, por ejemplo, las medidas adoptadas para mejorar la calidad radiográfica son a la vez una forma de reducir la dosis de radiación. Por ejemplo, una buena colimación del haz contribuye a mejorar el contraste de la imagen radiográfica y a la vez disminuye la dosis de radiación recibida por el paciente, al igual que lo hace la filtración que se añade al haz de rayos X. Los actuales equipos de rayos X están dotados de múltiples dispositivos y accesorios de protección frente a las radiaciones, de los que se hablará más adelante.

Además de los procedimientos indicados en el apartado anterior, al diseñar o construir un establecimiento destinado a albergar aparatos de radiodiagnóstico, de radioterapia y, mucho más, si se trata de lugares en los que se manipule material radiactivo, es imprescindible que existan unas barreras de protección frente a las radiaciones. Se consideran tres tipos básicos de radiación. La *radiación primaria* es la más intensa y, por consiguiente, la que ofrece más peligros y dificultades a la hora de interponer protecciones. La radiación primaria es el haz útil. Frente a esta radiación debe colocarse una *barrera protectora primaria*. El material que se emplea con mayor frecuencia con esta finalidad es el plomo, incrustado en paneles de piedra o de madera. En lugar de plomo puede emplearse también cemento, hormigón o ladrillo. El grosor de la barrera habrá de ser más grande cuanto menor sea su capacidad de absorber o frenar la radiación (tabla 4-1).

Tabla 4-1 Equivalentes de plomo y cemento para barreras protectoras primarias

Plomo (mm)	Cemento (cm)
0,4	2,4
0,8	4,8
1,2	7,2
1,6	9,6

Por otra parte, existen dos tipos más de *radiación secundaria: dispersa y de fuga*. La radiación dispersa se produce cuando el haz útil es interceptado por cualquier objeto, con el resultado de la dispersión de los rayos X. Para los cálculos de barreras de protección, el objeto de dispersión puede considerarse como una nueva fuente radiactiva. Durante las técnicas de radiografía y fluoroscopia, el paciente es el objeto más importante de dispersión. Como regla práctica, se supone que la intensidad de la radiación dispersa a 1 m del paciente es un 0,1 % de la intensidad del haz útil en el paciente. La radiación de fuga es la emitida desde la cubierta del tubo de rayos X en todas las direcciones que no son la del haz útil. Si se ha diseñado del modo adecuado la cubierta del tubo, la radiación de fuga nunca debe ser superior al límite reglamentado (100 mR/h, que corresponde a 1 mSv/h) a 1 m de distancia. Aunque en la práctica los niveles de radiación de fuga son muy inferiores a este límite, en los cálculos de las barreras se aplica el valor de 100 mR (1 mSv) por hora a 1 m de distancia. Las barreras diseñadas para proteger de la radiación secundaria se denominan barreras protectoras secundarias. Estas son siempre menos gruesas que las primarias. Rara vez se necesitan paneles de plomo como elemento de protección; se suelen emplear tableros de yeso, vidrio o acrílicos de plomo.

Para calcular el grosor de la barrera protectora se deben tener en cuenta múltiples factores. Entre ellos, uno de los más importantes es la *distancia* entre la fuente de radiación y la barrera (ley del inverso del cuadrado de la distancia). Otro es el factor de *tiempo de ocupación* (no es lo mismo un recinto frecuentado por muchas personas que uno rara vez visitado). Una zona ocupada por personas que trabajan con radiaciones se denomina *área controlada*. Es aquella área de la instalación en la que existe la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis para cristalino, piel o extremidades. Además, en esa zona es necesario seguir procedimientos de trabajo orientados a restringir la exposición a la radiación ionizante, a evitar la dispersión de contaminación radiactiva y a prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias. El blindaje requerido en una sala de examen de rayos X depende del nivel de actividad del mismo. Cuanto mayor sea el número de exámenes semanales que se llevan a cabo, mayor será también el grosor del blindaje exigido. Esta característica se denomina *carga de trabajo* (W) y se mide en miliamperios-minuto por semana. Las salas de examen en las consultas privadas no suelen superar los 100 mA-min/sem.

DETECCIÓN Y MEDIDA DE LA RADIACIÓN

Existen aparatos diseñados para detectar la radiación, otros para medirla y otros que realizan ambas cosas. Los concebidos para detectarla trabajan normalmente

en modo «pulso» o en modo «tasa» y suelen utilizarse para indicar la presencia de radiación. En el modo pulso, la presencia de radiación se señala con un sonido especial (tictac o bip acústico). En el modo tasa, la respuesta del instrumento se mide en milisievert o sievert por hora. Pero los diseñados para medir la intensidad de la radiación suelen trabajar en modo integral. Acumulan la señal que les llega y responden con la exposición total de milisievert o sievert. Esta aplicación se denomina *dosimetría* y el aparato empleado es el dosímetro. Los dispositivos de detección y medida de radiación disponibles se resumen en la tabla 4-2.

Tabla 4-2 Dispositivos de detección y medida de radiación

Dispositivo	Aspectos que considerar y aplicaciones
Emulsión fotográfica	Rango limitado, sensible a radiaciones. Se emplea para control de personal y obtención de imágenes
Cámara de ionización	Rango amplio, preciso, portátil. Control de campos mayores de 0,01 mSv/h
Contador proporcional	Instrumentos de laboratorio, preciso, sensible a radiaciones. Ensayos con radionúclidos
Contador de Geiger-Müller	Limitado a menos de 1 mSv/h, portátil. Control de personal, control estático
Dosímetro termoluminiscente	Rango amplio, preciso, sensible. Control de personal, control estático de zona
Detector de centelleo	Rango limitado, muy sensible, instrumentos portátiles o estáticos. Espectroscopia de fotones, visualización. Se emplean en aparatos de tomografía computarizada

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y BLINDAJE

Existen guantes y delantales protectores de múltiples formas y tamaños, normalmente hechos de vinilo impregnado de plomo. Algunos de estos dispositivos están impregnados con estaño en lugar de plomo, ya que el estaño ofrece algunas ventajas adicionales como material de protección en el intervalo de diagnóstico de las energías de los rayos X. El grosor normal de un dispositivo de protección es equivalente a 0,25, 0,5 y 1 mm de plomo, que proporciona la máxima protección. Sin embargo, el peso de estos dispositivos sería excesivo para un operador que hubiera de soportarlo durante toda una jornada laboral. Por esta razón se emplean materiales impregnados en plomo, que dan la protección requerida, con mayor confortabilidad para el usuario. El operador debe mantenerse siempre lo más alejado posible del paciente mientras manipula las radiaciones ionizantes. Por su parte, el paciente debe ser sometido al menor número de pruebas radiológicas (evitando exámenes innecesarios) o sesiones de radioterapia posibles (alta tasa

© MASSON, S.A. Fotocopiar sin autorización es un delito.

de dosis, menos sesiones). Las áreas más sensibles que no hayan de ser irradiadas expresamente deben protegerse mediante escudos de blindaje de plomo o equivalentes (protección de los ojos, del tiroides, de las gónadas, de las glándulas mamarias, etc.). En odontología, el dentista está perfectamente capacitado para diseñar, de acuerdo con el radioterapeuta, escudos de blindaje personalizados, que protejan de las radiaciones los tejidos que no sea necesario irradiar.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN RADIOTERAPIA

Además de recomendarse la utilización de enjuagues fluorados y cuidados higiénicos y conservadores dentarios, la apreciación preventiva apunta hacia la utilización de plomo protector de las zonas donde no se desee irradiar. El uso de espaciadores, es decir, prótesis que reduzcan la intensidad de la radiación en la superficie de los maxilares, ha demostrado ser una medida efectiva en la prevención de la osteorradionecrosis. El grosor mínimo de los espaciadores ha de ser de 5 mm. Los materiales usados para su confección son resinas acrílicas o siliconas, ya que el efecto protector lo da la separación suficiente de la fuente de radiación. Algunos autores prefieren incorporar una capa de plomo en la parte más externa de la férula. Los tejidos blandos pueden ser protegidos de forma eficaz con una férula sintética de 3 mm de grosor. Se han descrito espaciadores que protegen las glándulas salivales de la radiación, sobre todo la parótida, para minimizar el efecto de xerostomía, que favorece diversas lesiones, como las caries rampantes. La confección de estos espaciadores debe realizarse siempre en colaboración con los radioterapeutas, para no interferir en la colocación de las agujas radiactivas. La prevención de la osteorradionecrosis en pacientes ya irradiados se basa en un manejo cuidadoso de los tejidos, en pautas de higiene y fluorización y en evitar las exodoncias u otras intervenciones quirúrgicas durante el primer año posterior a la irradiación. Cuando esto último no es posible, se debe considerar el uso profiláctico de antibióticos como la amoxicilina, el metronidazol o la clindamicina, tanto antes de la operación como posteriormente.

Prevención de la osteorradionecrosis y otros efectos adversos de la radioterapia en el ámbito oral

Es prioritario que el cálculo de la dosis sea lo más exacto posible y que se centre en el volumen tumoral y sólo en él. Esto es función del radioterapeuta, que en la actualidad se ayuda con programas informatizados que permiten dosimetrías cada vez más exactas en tratamientos optimizados. No obstante, el dentista general puede desempeñar un papel relevante en la profilaxis de los efectos adversos de la radioterapia. Su primera contribución está en el diagnós-

tico precoz de las lesiones (pre)malignas orales, así como en la prevención (y posterior tratamiento, si procede) de las complicaciones de la radioterapia. El paciente debe abandonar todo hábito tóxico irritativo; su dieta ha de ser baja en hidratos de carbono y de alto valor nutricional; debe mantener un estado higiénico oral excelente; debe evitarse cualquier infección odontógena en un plazo mínimo de 2 años tras la irradiación, para lo cual deberán obturarse, antes de la radioterapia, las caries que lo precisen y que no supongan complicación pulpar (tratamientos como endodoncias y exodoncias conllevan un mayor riesgo de infección si se realizan tras la radioterapia). Hay que evitar el riesgo de recidivas. El grado de motivación del paciente respecto a su salud bucodental sirve de guía en la actitud del dentista en relación con las exodoncias previas a la radioterapia. El plazo mínimo para efectuar exodoncias es de 2-3 sem antes de la irradiación, de acuerdo con el grado de complicación y traumatismo que se prevea en la extracción, acentuando los cuidados antisépticos y de cicatrización. Se aconseja cobertura antibiótica sistemática. Debe realizarse un control semanal durante el tratamiento físico, valorando y mitigando el grado de mucositis (normas higiénicas, analgesia, antiinflamatorios, antisépticos y antibióticos). Con la misma frecuencia se deberá vigilar el grado de hiposialia, paliando la xerostomía con el uso de estimulantes salivales (p. ej., colinérgicos) o sustitutos salivales. En braquiterapia el uso de espaciadores resulta útil para separar la zona que se tiene que irradiar (volumen objetivo) del hueso mandibular circundante sano, previniendo la necrosis del hueso. En su confección no es necesario usar material con alto número atómico (plomo). Una distancia de 1,5 cm es suficiente para disminuir la excesiva irradiación del hueso (ley del inverso del cuadrado de la distancia). Por el contrario, un separador sin capacidad de absorción no es útil en telerradioterapia. Un espesor de 3 mm de plomo absorbe el 30-40 % de la dosis total estándar. La osteorradionecrosis es refractaria a cualquier tratamiento, por lo que todas las medidas preventivas pueden ser pocas para evitar grandes mutilaciones. Puede ser útil administrar antibióticos, analgésicos, antiinflamatorios; practicar un drenaje quirúrgico y resecciones mandibulares más o menos amplias, y recurrir al aporte de oxígeno (mediante cámara hiperbárica).

Implantes en pacientes irradiados

Con los avances en las nuevas modalidades terapéuticas, las tasas de supervivencia de los pacientes con cáncer oral han mejorado de forma sustancial. Esto hace absolutamente necesario mantener la calidad de vida del paciente una vez que la enfermedad ha sido erradicada. Con este objetivo se hace imprescindible el uso de dispositivos protésicos que prevengan de las posibles complicaciones como la osteorradionecrosis. No hay que olvidar las pautas de cuidados higiénicos y conservadores y las fluorizaciones que hay que realizar en estos pacientes.

Es necesario que los dentistas se familiaricen con las técnicas radioterapéuticas usadas en la región orofacial y sepan actuar en consecuencia. Sean cuales sean las circunstancias, el odontólogo debe desempeñar un papel crucial en el cuidado y mantenimiento de la salud oral, por lo que debe conocer bien los protocolos de tratamiento seguidos antes y después de la radioterapia e individualizarlos. Cuando la radioterapia ya ha sido aplicada, el paciente suele presentar problemas no sólo estéticos sino también funcionales, como por ejemplo dificultades en el habla, xerostomía e imposibilidad para masticar, que deben ser atendidos por los odontólogos. Es necesario conocer las posibilidades de rehabilitación de estos pacientes para poderlas adaptar a cada caso concreto. Los pacientes que han padecido tumores mandibulares o maxilares cuya terapia ha consistido en resección del tumor y radioterapia tienen normalmente afectadas el habla, la función masticatoria y la estética. En estos casos, en los que suele faltar tejidos duros y blandos, el uso de prótesis removibles puede dar una situación inestable. Por ello, en numerosas ocasiones se ha planteado el uso de implantes dentales en estos casos. Aunque algunas localizaciones han demostrado tener una tasa de supervivencia de implantes baja (como el maxilar), los implantes colocados en mandíbulas irradiadas muestran una alta tasa de éxito, parecida a la de los implantes colocados en mandíbulas no irradiadas. En lo que respecta al tiempo de espera, en la literatura médica se exponen plazos que varían de 9 meses a 2 años después de la radioterapia.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Assael LA.** New foundations in understanding osteonecrosis of the jaws. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:125-6.
- Bushong SC.** Manual de radiología para técnicos. Física, biología y protección radiológica. Madrid: Harcourt Brace, 1998.
- De Freitas A, Rosa JE, Faria e Souza I.** Radiologia odontológica. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.
- Finestres F.** Protección en radiología odontológica. Barcelona: Ediciones U.B., 2004.
- Haring JI, Jansen L.** Radiología dental. Principios y técnicas. México: McGraw-Hill Interamericana, 2002.
- Huber MA, Terezhalmay GT.** The head and neck radiation oncology patient. *Quintessence Int* 2003; 34:129-36.
- Obinata K, Ohmori K, Tuchiya K, Nishioka T, Shirato H, Nakamura M.** Clinical study of a spacer to help prevent osteoradionecrosis resulting from brachytherapy for tongue cancer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95:246-50.

Oelgiesser D, Levin L, Barak S, Schwartz-Arad D. Rehabilitation of an irradiated mandible after mandibular resection using implant/tooth-supported fixed prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2004;91:310-4.

Suntharalingam M. Principles and complications of radiation therapy. En: Ord RA, Blanchaert RM (eds.). *Oral cancer. The dentist's role in diagnosis, management, rehabilitation and prevention*. Illinois: Quintessence, 2000; 111-22.

White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology. Principles and interpretation*. Saint Louis: Mosby, 2004.

SEGUNDA PARTE

Técnicas de diagnóstico por la imagen



ASPECTOS GENERALES DE LA TÉCNICA RADIOGRÁFICA

Fernando Finestres Zubeldia y Eduardo Chimenos Küstner

El conjunto de técnicas y procedimientos precisos para obtener una imagen radiográfica es múltiple y complejo. Parece razonable designar las *técnicas convencionales* aquellas que están utilizándose desde hace más de 100 años y que son pioneras en el radiodiagnóstico. Aunque han evolucionado en algunos aspectos técnicos, siguen teniendo en común con aquellas:

1. Tubo generador de rayos X (tubo de Hittorf-Crookes).
2. Medio material al que dirigir el haz.
3. Receptor de imagen en el que recoger el mensaje fotónico (radiación remanente).

Por el contrario, se llaman *técnicas especiales* las que precisan del concurso de un ordenador para formar la imagen. En el último decenio ha aparecido la radiología digital, intraoral y ortopantomográfica. Ésta, pese al empleo del ordenador para la formación de la imagen, sigue clasificándose como técnica convencional, pues, en esencia, nada ha cambiado con respecto a sus homólogas tradicionales, ya que el resultado final de la exploración, la imagen, y el proceso a partir de la cual se logra el fin último del estudio, el diagnóstico, siguen siendo idénticos. Lo distinto es el receptor de imagen, que no es película radiográfica, sino dispositivo electrónico de mayor radiosensibilidad que aquella (si se compara con películas de sensibilidad «E»). Las ventajas de la radiología digital no están tan claras. Aparentemente ofrece algunas, como la inmediatez en la adquisición de imágenes, ahorrando el proceso de revelado y lo que este puede suponer en ocasiones (repetición de la exploración), así como una menor demanda de dosis de exposición (parecida a la de las actuales películas de sensibilidad «F» cuando son reveladas con procesadora automática). Sin embargo, frente a las ventajas teóricamente incuestionables de la radiología digital, se ha argumentado en su contra:

1. La necesidad de una mayor documentación que demuestre realmente una disminución en la tasa de repeticiones (con el dispositivo electrónico, el empleo del posicionador es más complicado o más inseguro).

2. Los receptores tipo CCD se conectan mediante un cable con el ordenador, de modo que el paciente portador no puede cerrar completamente la boca en el momento del disparo para una aleta de mordida. Esto y la menor manejabilidad del receptor frente a la película convencional pueden hacer que el número de coronas dentarias estudiadas por exploración sea menor. Por lo tanto, ¿cuántas exploraciones digitales son necesarias para obtener la misma información que una aleta de mordida convencional?
3. ¿Es posible la colimación rectangular con el dispositivo electrónico (como ocurre con la película convencional del formato número 2)?

■ **COMPRENSIÓN DE LA IMAGEN RADIOGRÁFICA**

La imagen radiográfica es una representación limitada de la realidad. Conocer estas limitaciones beneficia su comprensión y aumenta la capacidad interpretativa del explorador responsable. Se consideran factores limitantes de la imagen radiográfica, cuya asimilación resulta imprescindible para afrontar con éxito la interpretación, la distorsión radiográfica, la resolución del contorno, la perspectiva espacial y la perspectiva temporal.

■ **Distorsión radiográfica**

Rara vez el tamaño radiográfico es igual al del objeto real. Una serie de factores geométricos propios de la proyección condiciona las dimensiones radiográficas. Desde su inicio, el haz tiene una distribución cónica, así que el tamaño del campo de irradiación aumenta proporcionalmente con la distancia al foco. La apertura del colimador por donde emerge la radiación influye del mismo modo. Una apertura de 5 × 5 a 10 cm del foco supone obtener un campo de 20 × 20 a 40 cm del foco, o de 40 × 40 cm a 80 cm de distancia, de manera que con frecuencia el tamaño radiográfico es mayor que el real y la distorsión radiográfica >1, pues:

$$D(RX) = T(RX)/T(r)$$

donde D (RX) es la distorsión radiográfica, T (RX) el tamaño radiográfico y T (r) el tamaño real. En radiografía dental se produce acortamiento, D (RX) < 1, cuando el rayo es perpendicular a la película, pero no al diente; y alargamiento, cuando el rayo, siendo perpendicular al diente, no lo es a la película. Se comprende así que la proyección que menos distorsión produce sea aquella en la que los planos del diente y la película se disponen paralelos entre sí y el rayo incide perpendicular a ambos. Esta geometría la siguen la proyección periapical con técnica de las paralelas y la técnica de aleta de mordida.

En una radiografía, el aumento de tamaño de los órganos es menor al incrementar la distancia del paciente al foco y al reducir la distancia paciente-placa, razón por la cual se utilizan las técnicas *tele* (gran distancia entre foco y paciente). El aumento aparente es mayor para los órganos más distantes de la placa y menor para los más próximos (razón por la cual se procura que la placa se sitúe cerca del objeto radiografiado). El estudio de la distorsión en la ortopantomografía es más complejo. Resulta que se comporta de modo diferente para las dimensiones horizontales que para las verticales. Así, mientras que para las verticales el foco es único y está representado, como siempre, en el ánodo, para las horizontales, dado que se mueve en un mismo plano horizontal, está representado por un foco variable: el foco efectivo (fig. 5-1).

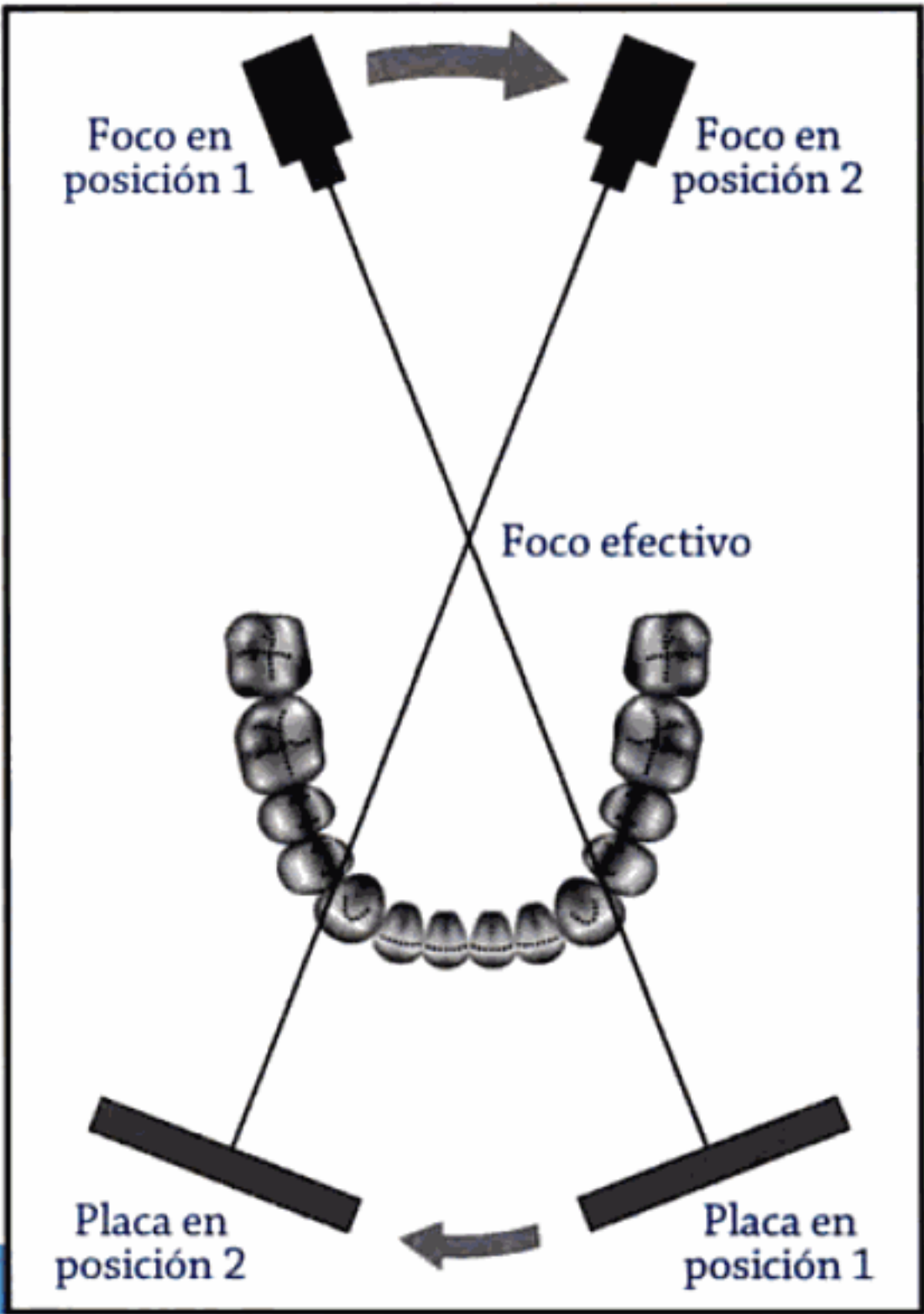


Figura 5-1

El movimiento rotacional sucede sobre el plano horizontal, motivo por el cual el foco de la proyección debe considerarse en el foco efectivo, coincidiendo con el centro de rotación del movimiento.

Este se encuentra situado en el interior de la parábola de las arcadas dentales, justo en la línea de puntos representativos del centro de rotación variable del movimiento rotacional del conjunto tubo-película, siendo la magnificación vertical igual a la distancia foco-película/foco-objeto. En cambio, la magnificación

horizontal es igual a la distancia foco (efectivo)-película/foco (efectivo)-objeto. Por esta razón resulta que:

$$\text{distorsión vertical} < \text{distorsión horizontal}$$

En resumen, se puede asumir que, cuando la cabeza del paciente se coloca correctamente en el ortopantomógrafo, la distorsión vertical es constante y produce una magnificación igual a 1,23 (de 20 a 30 %) en los aparatos modernos. Por lo tanto, la determinación de dimensiones verticales es relativamente fiable en aquellas aplicaciones clínicas que lo requieran; por ejemplo, el cálculo de la cantidad de hueso disponible en la celda preimplantaria. Para ello bastará cuantificar el T (RX) obtenido y dividirlo por 1,23. La distorsión horizontal, por el contrario, no es constante, depende del sector de la arcada que se considere y no resulta fiable para mediciones.

Resolución de la imagen

La geometría de proyección también influye en la nitidez o resolución de la imagen, tanto en la de sus detalles internos como en la de su contorno periférico, pues de ella depende que dicho contorno quede representado por una banda más o menos estrecha de fotones. Cuanto más estrecha sea esta banda, mayor resolución de imagen se obtendrá (mejor perfilada será). Resulta que los extremos (el contorno) de una determinada estructura representada radiográficamente no se conforman en una fina línea de contorno, sino en una banda, algo más ancha e imprecisa, denominada la zona de penumbra (fig. 5-2). Cuanto mayor sea la zona de penumbra, menor será la resolución del contorno radiográfico obtenido. Todos hemos observado alguna vez que la sombra que proyecta nuestra mano sobre la mesa de trabajo queda mejor definida cuanto más cerca esté la mano de la mesa y viceversa. Esta y otras dos condiciones más influyen en el tamaño de la zona de penumbra geométrica, como se resume a continuación:

1. La zona de penumbra será más pequeña cuanto más cerca esté el objeto que radiografiar de la placa.
2. A igual distancia objeto-placa, la zona de penumbra será más pequeña cuanto más alejado esté el foco del objeto (técnica de cono largo).
3. La zona de penumbra será menor cuanto más pequeño sea el tamaño del foco (que en la práctica no es de tamaño puntual).

La resolución de imagen de una radiografía periapical hecha con la técnica de las paralelas es alta, porque la distancia foco-placa es grande (empleando la técnica de cono largo). Como hemos visto, la penumbra disminuye al reducir el tama-

ño del foco y la calidad de la imagen obtenida es mejor cuanto menor sea la zona de penumbra. Por esta razón, se intenta que los tubos de rayos X tengan el menor tamaño posible de foco, sobre todo en aquellas exploraciones que interesa que alcancen una gran definición y nitidez. Pero no siempre es fácil conseguirlo, pues un foco pequeño significa que las colisiones de los electrones lanzados contra el ánodo sucedan siempre en la misma zona del ánodo (área del foco), lo que conlleva mayor desgaste y acorta la vida de esta importante parte del tubo.

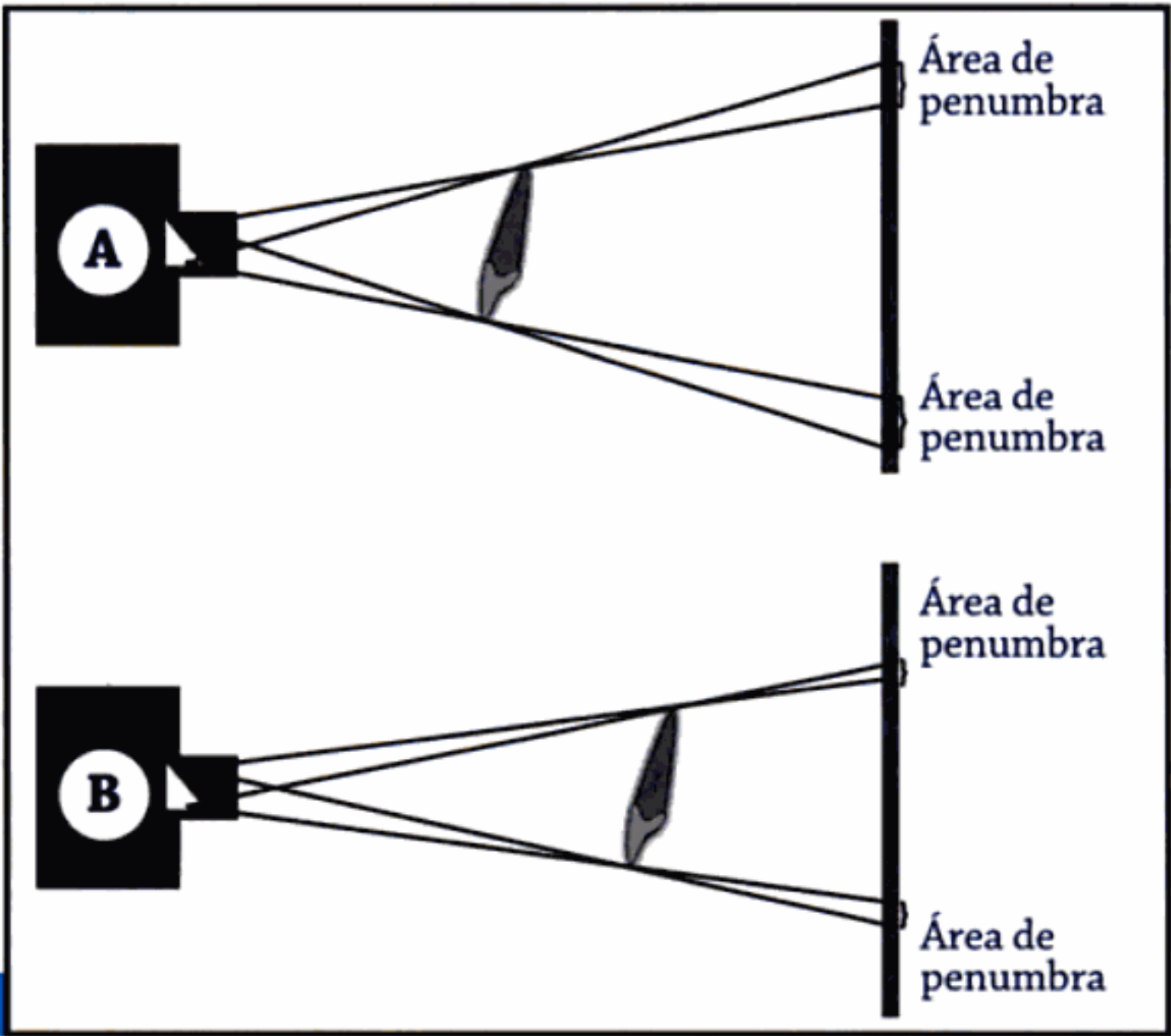


Figura 5-2

La penumbra aparece porque los rayos X se generan en una pequeña área del ánodo, llamada área focal, y no en un punto (A). Si en lugar de un área fuera un punto, no habría penumbra. La penumbra es más pequeña cuanto más cerca está el objeto de la placa y cuanto más lejos está la fuente del objeto (B).

La mala resolución de contornos también puede obedecer al movimiento. Es la penumbra cinética. No es difícil que en radiología dental, película, paciente o tubo (suspendido en el espacio) se muevan en el momento de la exposición. Esa imagen «movida» tendrá gran zona de penumbra. La probabilidad de producir este tipo de imágenes es menor cuanto más corto es el tiempo de disparo.

Perspectiva espacial

Bajo este epígrafe se resume el viejo problema de orientación que sucede cuando se compara una realidad anatómica de tres dimensiones con una imagen ra-

diográfica de dos. Algunas veces la localización de una determinada estructura puede venir dada por el conocimiento previo anatómico que tenemos de ella. La identificación de una determinada estructura no siempre es fácil, pues, además de reconocer su aspecto anatómico normal, requiere el conocimiento de su aspecto «visto» con la proyección particular que se ha utilizado al hacer la radiografía (o sea desde un determinado punto de vista). En radiología odontológica se utilizan tres métodos diferentes para localizar un determinado punto radiográfico en la realidad de tres dimensiones:

1. Se ha señalado que la zona de penumbra es menor cuanto más cerca está el objeto de la radiografía. Por esa norma, todos los objetos situados en palatino o lingual tendrán mejor resolución que los de situación vestibular. Si llegamos a apreciar esta sutil diferencia de resolución entre una estructura vestibular y otra palatina o lingual, con una sola proyección bastará para conocer la profundidad a la que se encuentra el punto problema.
2. La técnica de Clark utiliza dos radiografías periapicales consecutivas para localizar un punto en el espacio. El problema de la dimensión vestibulolingual o profundidad se resuelve observando cómo un determinado punto localizado en una periapical modifica su ubicación en una segunda periapical, habiendo variado la orientación de la proyección algunos grados. Si el punto está efectivamente tan cerca de la placa que apenas varía su ubicación, pese a cambiar algo la angulación, es que sin duda la estructura se encuentra en la región lingual o palatina. Pero si al mesializar el tubo en la segunda proyección el punto se representa más distal de lo que estaba en la primera periapical, eso quiere decir que la estructura en cuestión se halla lo suficientemente separada de la placa como para que pueda suceder este desplazamiento; es decir, en región vestibular. En este caso el sentido del desplazamiento del punto siempre sucederá en sentido inverso al desplazamiento del tubo. Si en la segunda proyección desplazamos el tubo en dirección mesial, una estructura vestibular se desplazará hacia distal de como quedaba representada en la primera radiografía (fig. 5-3).
3. Con dos radiografías practicadas en ángulo recto una respecto de la otra, obtendremos información inequívoca de la situación de un punto en el espacio. Esa es una de las justificaciones más claras de la práctica de la proyección oclusal. Con ella podemos determinar la profundidad en la que se encuentra un punto observado previamente con una periapical u ortopantomografía.

Perspectiva temporal

Una radiografía no es más que la representación de una morfología «congelada» en el tiempo. Como tal no ofrece información acerca del estado de la patología con anterioridad o cuál será su aspecto en el futuro. Para conocer si una

determinada alteración aumenta o disminuye, debemos tener placas anteriores. Por ejemplo, cuando observamos una radiolucencia periapical en un diente endodonciado, sin historia radiológica previa, no podemos deducir si ello se debe a un cambio morfológico dentro de una evolución favorable o, por el contrario, a una complicación consecuente a una evolución desfavorable. Es obvio que la historia clínica puede aportar información, aunque la que proporciona un estudio radiográfico previo es definitiva, así que contar con imágenes anteriores resulta esencial. Tener la más completa historia radiológica del paciente puede resultar de inestimable ayuda y esta siempre debe estar a disposición del paciente en su propio beneficio, sobre todo ante la perspectiva de un cambio de residencia o de profesional. La información de una historia radiológica no se suple con la repetición de radiografías, pues no reportarán más que información actual, sin perspectiva temporal de la evolución.

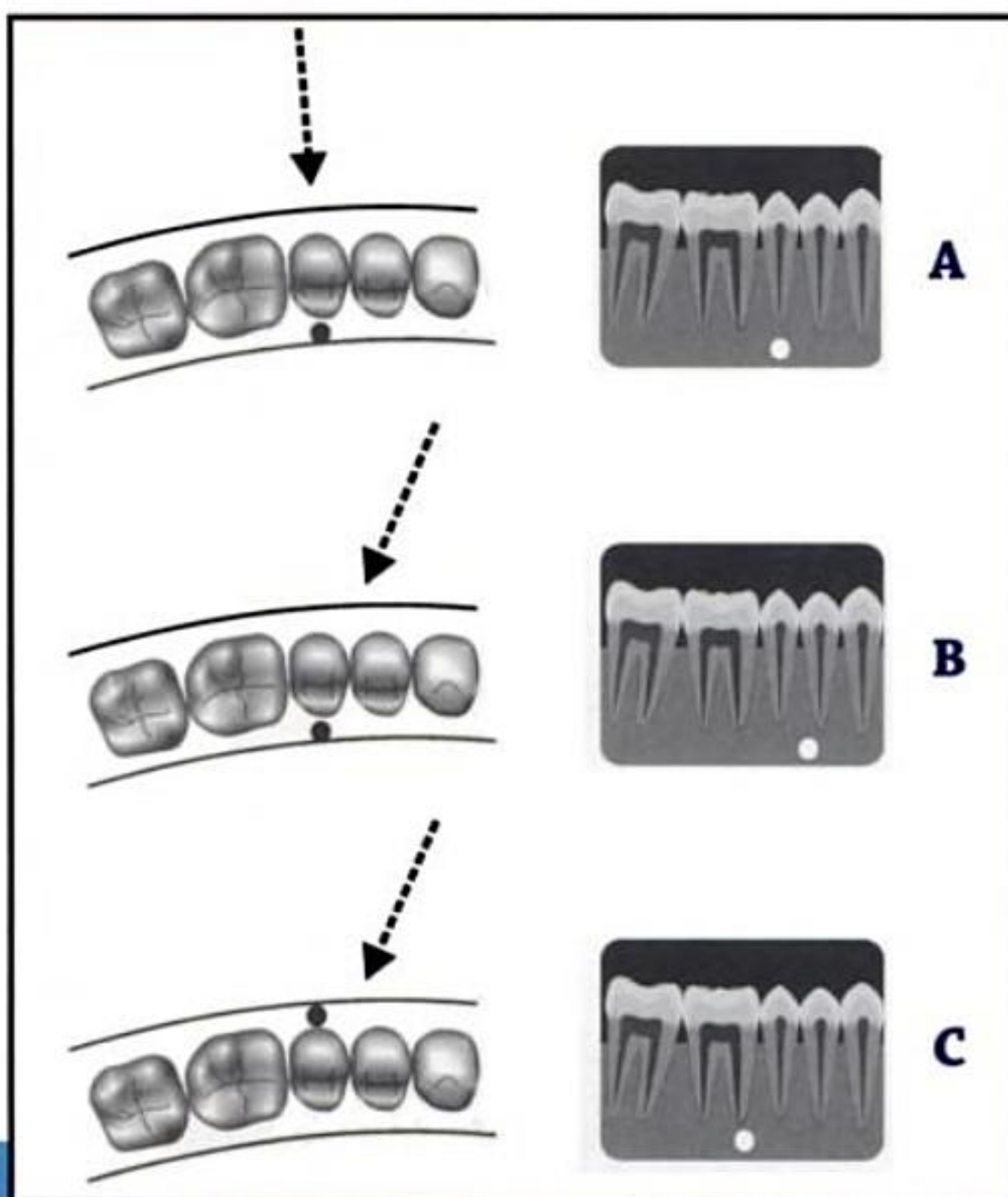


Figura 5-3

Técnica de desviación del tubo (Clark, 1910) para la localización de un punto en sentido vestibulolingual. A) Primera radiografía periapical. La incidencia ortogonal sitúa el punto en el periápice del segundo premolar. B) Cuando el punto está en una posición intrabucal, la mesialización del tubo en una segunda radiografía lo proyectará en el mismo lugar que en la primera o ligeramente hacia mesial. C) Con el punto en vestibular, la mesialización del tubo desplaza el punto en sentido contrario, hacia distal.

- De Freitas A, Rosa JE, Faria e Souza I.** Radiologia odontológica. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.
- Finestres F.** Protección en radiología odontológica. Barcelona: Ediciones U.B., 2004.
- Finestres F, Chimenos E.** Radiología odontológica y diagnóstico por la imagen. En: Chimenos E (ed.). La historia clínica en odontología. Barcelona: Masson, 1999.
- Finestres F, Bonomie JM, Cloquell-Ale DA, Padilla AR, Chimenos E, Guix B.** La calidad en el departamento de radiología. Med Oral 2003;8:311-21.
- Haring JI, Jansen L.** Radiología dental. Principios y técnicas. México: McGraw-Hill Interamericana, 2002.
- Faculty of dental general practitioners (UK).** Selection criteria for dental radiography. London: Faculty of dental general practitioners (UK), 1998.
- Whaites E.** Essentials of dental radiography and radiology. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2002.
- White SC, Pharoah MJ.** Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

TÉCNICAS CONVENCIONALES. Proyecciones intraorales y extraorales

Fernando Finestres Zubeldia y Eduardo Chimenos Küstner

Dependiendo de dónde se coloque el receptor de imagen, las proyecciones se clasificarán en intraoral (película dentro de la boca) y extraoral (película fuera de la boca).

PROYECCIONES INTRAORALES

Proyección periapical

Tiene como objetivo mostrar todo el diente y un cierto territorio periapical, que desde el ápice abarque 2 o 3 mm de hueso alveolar periapical. Se considera la primera elección de estudio radiográfico del diente. En esta proyección cabe distinguir dos técnicas distintas de realización:

Técnica de las paralelas. En ella se dispone en paralelo la radiografía con el plano medio del diente, mientras que el haz incidente es perpendicular a ambos planos (fig. 6-1).

Como se ha comentado al principio, la relación entre tamaño radiográfico y real, la distorsión, es cercana a 1; es decir, apenas existe diferencia entre ambos. La práctica de esta técnica es más fácil en la mandíbula que en el maxilar, sobre todo en individuos cuya bóveda palatina tiene escasa altura, lo que dificulta la colocación de la película por detrás del diente objetivo. El paralelismo necesario no se puede conseguir sin la ayuda de unos posicionadores, que, con diferentes marcas, se encuentran disponibles en el mercado. Estos dispositivos sirven además de soporte para la radiografía y garantizan la alineación tubo-diente-placa. La distancia tubo-placa (DTP) en esta técnica debe ser grande (cono largo), como mínimo de 20 cm. Por tanto, la mala alineación y en consecuencia la producción de imágenes cortadas sería fácil si no fuera por el concurso de estos posicionadores. Con DTP grandes, la exposición de la piel es menor (ley del inverso del cuadrado de la distancia), un 30 % menos utilizando una energía media del haz convencional (70 KeV). Con respecto a los conos cortos, la DTP grande reduce un 32 % el volumen de tejido expuesto, ya que el haz es menos diver-

gente. Por otra parte, recordemos que la DTP larga disminuye la penumbra geométrica y, en consecuencia, la *resolución del contorno* de la imagen es mayor. La radiología intraoral es la que mayor resolución de contorno confiere a la imagen generada. La resolución se mide en número de pares de líneas muy finas capaces de ser identificadas como eso, dos líneas, y no como una línea sola, aunque estén muy juntas. Cuando se utiliza película radiográfica convencional, la radiografía dental intraoral ofrece la más alta resolución respecto al conjunto de estudios convencionales, cercana a 20 pares de líneas capaces de ser identificadas como independientes entre sí dentro de 1 mm (20 p.l.mm⁻¹). Con la radiología intraoral digital, al emplear como receptor de imagen algún dispositivo electrónico, se pierde resolución de imagen, llegando a unos 10 p.l.mm⁻¹, que es precisamente la que el ojo humano es capaz de distinguir; así que en la práctica no se pierde capacidad de resolución. La resolución de la ortopantomografía es menor. Ello sucede, porque en la formación de imagen concurren las pantallas intensificadoras y eso hace que la resolución baje a unos 5 p.l.mm⁻¹.

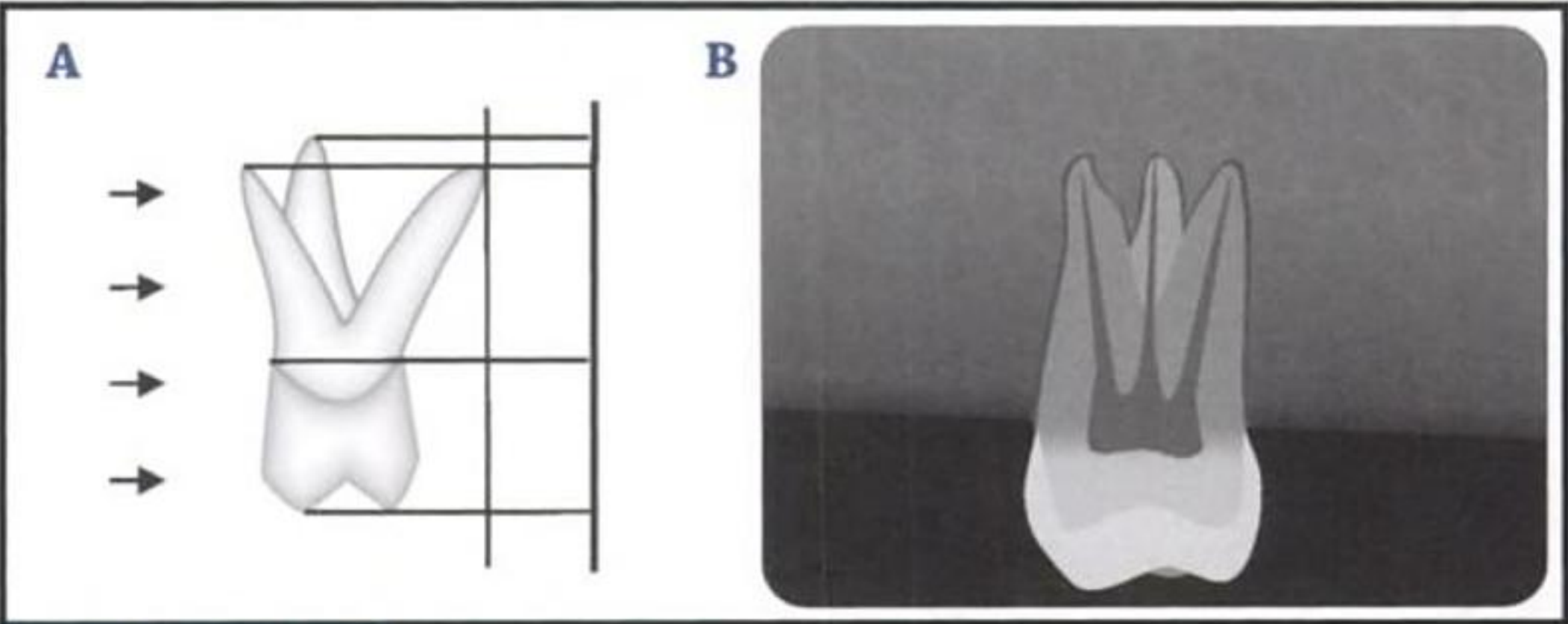


Figura 6-1
Técnica de las paralelas. A) La radiografía se dispone paralela al diente y para ello debe situarse alejada de él, dada la curvatura palatina. El haz incide perpendicular tanto a la placa como al diente. B) Imagen resultante.

Técnica de la bisectriz. Puede decirse aún que es la técnica más difundida, pese a lo impreciso de su imagen. Efectivamente, la distorsión es grande, a veces tanto que el periápice queda cortado por fuera de la placa; así que la exploración ya no es periapical y se impone la repetición. La radiografía debe colocarse cercana o en contacto con el borde oclusal del diente objeto de estudio. Diente y placa así dispuestos forman un ángulo sobre cuya bisectriz debe incidir perpendicularmente el haz (fig. 6-2). La comparación de las dos técnicas periapicales viene reflejada en la tabla 6-1.

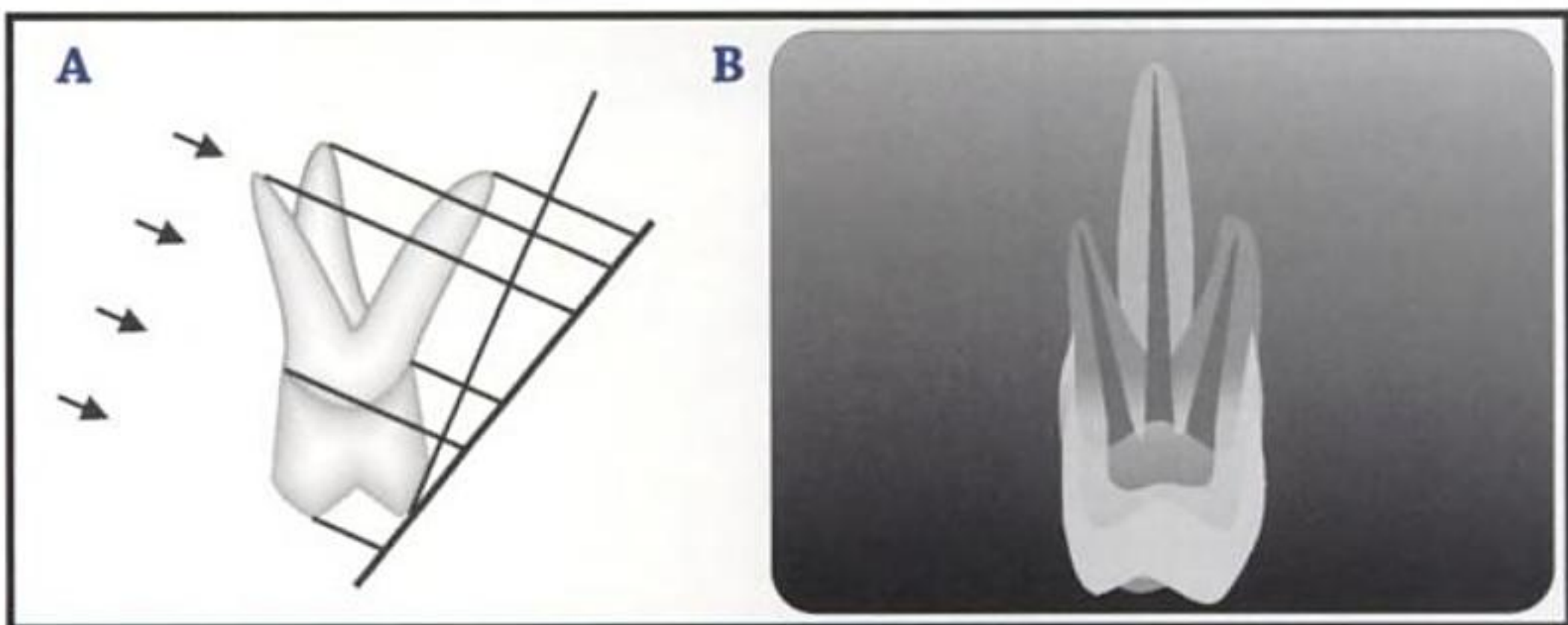


Figura 6-2

Técnica de la bisectriz. A) El haz debe incidir perpendicular a la bisectriz del ángulo determinado por el diente y la radiografía, situándose esta en contacto con el diente. B) Imagen resultante.

Tabla 6-1 Comparación de técnicas periapicales: bisectriz y paralelas

	Bisectriz	Paralelas
Distorsión dimensional	Sí	No
Superposición de raíces con otras estructuras	Sí	No
Haz próximo a órganos críticos	Sí	No
Distancia foco-película	Corta (20 cm)	Larga (40 cm)
Duplicabilidad	No	Sí
Posicionador indispensable	No	Sí
Producción de molestias	No	Sí (según ojiva palatina)
Radiación dispersa	Moderada	Escasa

Con estas dos técnicas, muchas veces se exploran todos los dientes de la boca del paciente: seriada periapical completa que en un adulto supone unas 15 radiografías, aproximadamente, a las que se pueden sumar otras 4 con técnica de aleta de mordida, que incluirá las coronas de premolares y molares. Con los modernos ortopantomógrafos la seriada completa está cayendo en desuso: se ahorra una considerable dosis de exposición al paciente y tiempo de ejecución.

Proyección de aleta de mordida

Se realiza siempre que existan dientes antagonistas cuyas superficies masticatorias entren en oclusión. Es imprescindible el concurso de un posicionador espe-

cial que ayude a mantener la radiografía por detrás de las coronas del grupo dentario objeto del estudio (fig. 6-3). Dicho posicionador contará con una pequeña superficie sobre la cual el paciente ocluye, sujetando todo el conjunto y manteniendo así la radiografía en posición correcta. La incidencia del rayo es perpendicular a los dientes y a la radiografía, que se encuentran paralelos entre sí y prácticamente en contacto. La imagen lograda incluirá las coronas y los tercios superiores radiculares de los dientes superiores e inferiores; en total, un mínimo de 6 coronas por placa, aproximadamente. Por lo tanto, es una exploración de alto rendimiento, gran resolución de imagen (la geometría de la proyección es la misma que la de la técnica de las paralelas) y sin apenas distorsión. Representa la exploración de primera elección para el diagnóstico de caries proximal incipiente. Por su riqueza en el detalle, permite explorar también cambios periodontales, pues muestra con precisión estructuras como la lámina propia, cortical alveolar, espacio del ligamento periodontal y pérdidas discretas de nivel óseo.

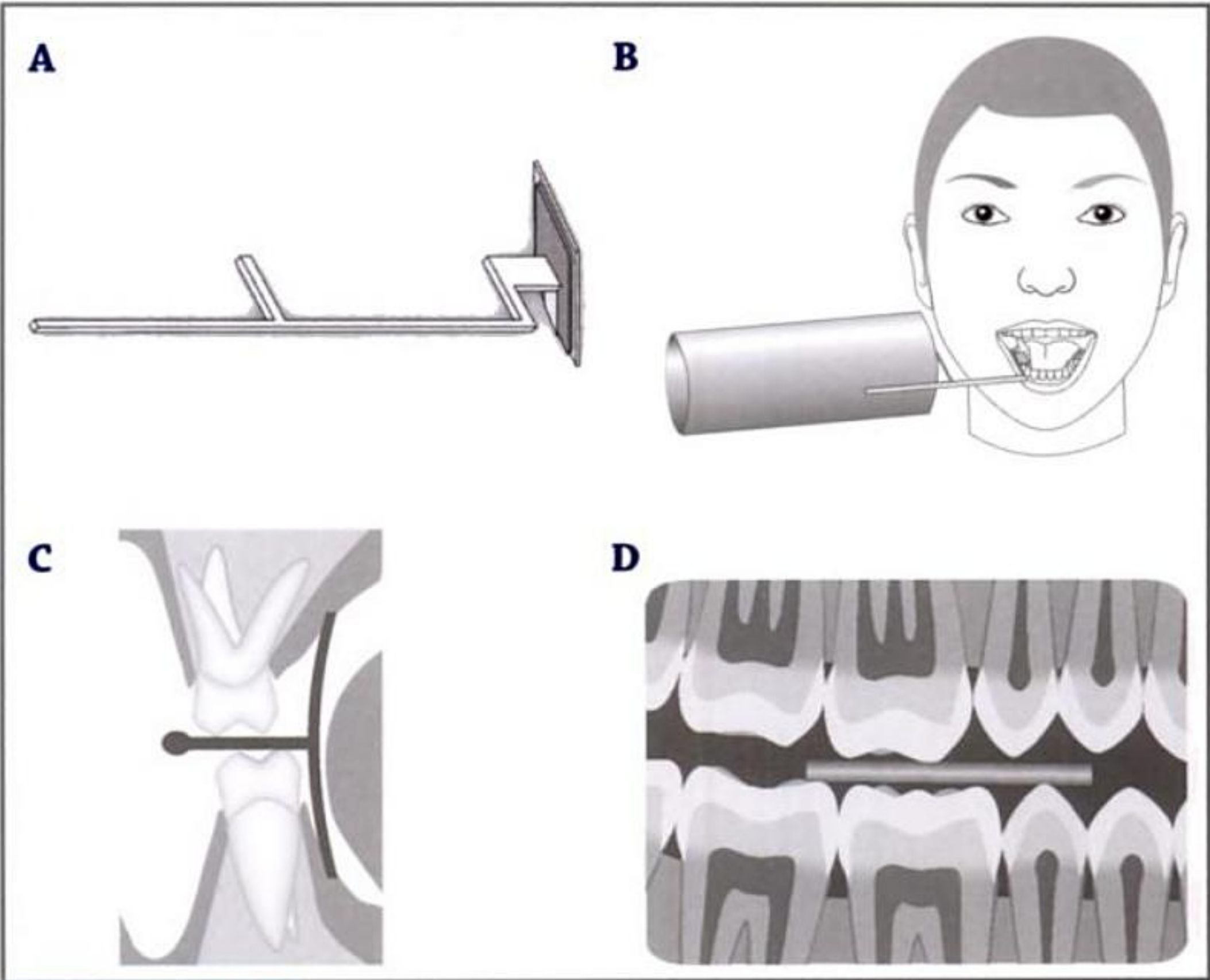


Figura 6-3

A) Soporte interoclusal y placa radiográfica. B) y C) Incidencia perpendicular al plano de los dientes y la radiografía. D) Imagen de alto rendimiento, con 6 u 8 coronas.

Proyección oclusal

El tamaño de la placa (57 × 76 mm) permite utilizarla tanto de forma intraoral como extraoral. Dispuesta entre las arcadas superior e inferior, el haz de rayos puede incidir de manera perpendicular (proyección ortoclusal) u oblicua (disoclusal) sobre su cara radiosensible. Reproduce la imagen de las arcadas desde una visión oclusal, de modo que se determinan las dimensiones vestibulolinguales y mesiodistales. La proyección oclusal está indicada en la localización de estructuras. Nada más fácil que contar con dos ejes perpendiculares entre sí para determinar la posición de un determinado punto en el espacio. Con una periapical o una ortopantomografía y una oclusal se puede localizar cualquier estructura, como dientes supernumerarios, raíces, cuerpos extraños, calcificaciones y quistes, y valorar la extensión de diferentes procesos, como osteomielitis, tumores y fracturas.

PROYECCIONES EXTRAORALES

De interés en odontología y estomatología, son ejemplos de estas exploraciones la ortopantomografía (información extensa de las arcadas y de la relación ósea craneomandibular), la telerradiografía lateral de cráneo (cefalometría), la naso-mento-placa (explora los senos maxilares y la cavidad nasal), las proyecciones desenfiladas para ramas mandibulares, la proyección transcraneal oblicua de la articulación temporomandibular y otras que incorporan nuevas tecnologías, como la tomografía computarizada y la resonancia magnética (RM).

Radiografía lateral de cráneo

La placa se sitúa lateralmente a la cabeza del paciente, sujeta por el soporte del craneostato. Este asegura su correcta posición, paralela al plano sagital medio de la cabeza, de modo que la línea interorbitaria se dispone perpendicular a la placa (fig. 6-4). El haz incide perpendicular, centrado en el conducto auditivo externo (CAE). En la telerradiografía lateral (que es la que menos distorsión produce y, por lo tanto, la más indicada para craneometrías), el tubo se dispone muy alejado de la placa, a unos 1,80 m. La angulación vertical de la proyección ha de ser nula (0°) y la energía del haz requerida de 70 KeV y 30 mA. La correcta ejecución de esta proyección hace que las estructuras simétricas dispuestas a ambos lados del plano medio sagital se superpongan, apareciendo un solo perfil para las alas mayores del esfenoides. En la modalidad de estudio ortodóncico, la radiografía debe ser del tipo de alta latitud; es decir, capaz de representar bien estructuras de alta densidad (hueso) y también de baja densidad (partes blandas, como punta del mentón o de la nariz); en resumen, una radiografía con poco contraste y alta gama de grises.

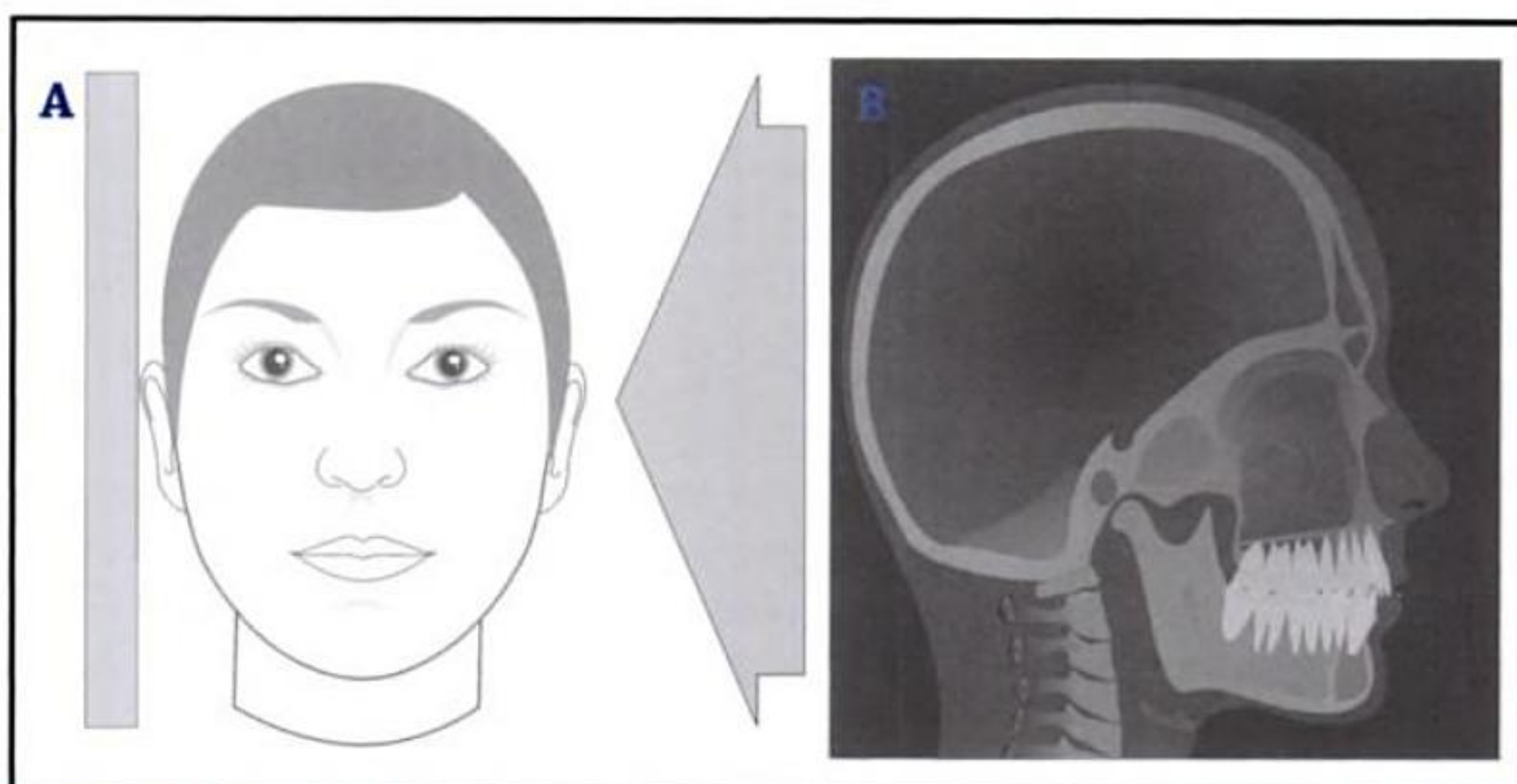


Figura 6-4

Radiografía lateral de cráneo. A) Incidencia del rayo sobre el conducto auditivo externo y perpendicular al plano medio sagital y la placa. B) Imagen resultante con superposición de los aspectos bilaterales y simétricos.

Radiología de los senos paranasales

La proyección, ideada por Blondeau, dispone la línea básica orbitomeatal (LBOM), desde el nasión hasta el CAE o desde la comisura externa del ojo hasta el CAE, de modo que incida sobre la radiografía formando un ángulo de 45° . El paciente suele apoyar su cabeza sobre el chasis, contactando el mentón y la punta de la nariz con él, hecho por el cual ha venido en denominarse nasomento-placa. Lógicamente, dependiendo de las variantes en el tamaño de la nariz y el mentón, pueden variar en mucho la verdadera proyección (LBOM a 45° de la placa), así que esta denominación, naso-mento-placa, resulta impropia. Los senos que mejor se observan son los maxilares y los frontales. Una variante de la proyección de Blondeau es la de Waters, en la que varía la posición de la boca, necesariamente abierta, con el fin de generar una ventana que evite superposiciones y permita la visualización nítida del atlas y la odontoides (figura 6-5). Estas exploraciones se deben realizar en bipedestación, lo que permite observar, cuando las hay, colecciones líquidas en la cavidad antral, conformándose, con el aire residual, un nivel hidroaéreo. Si ello sucede, el diagnóstico más probable es inflamación aguda, capaz de producir exudados que se acumulan en la posición más declive del seno. La interpretación de un velado homogéneo unilateral debe considerar aquellas causas capaces de sustituir volumen aéreo por partes blandas. El engrosamiento de la mucosa, inflamada en forma crónica,

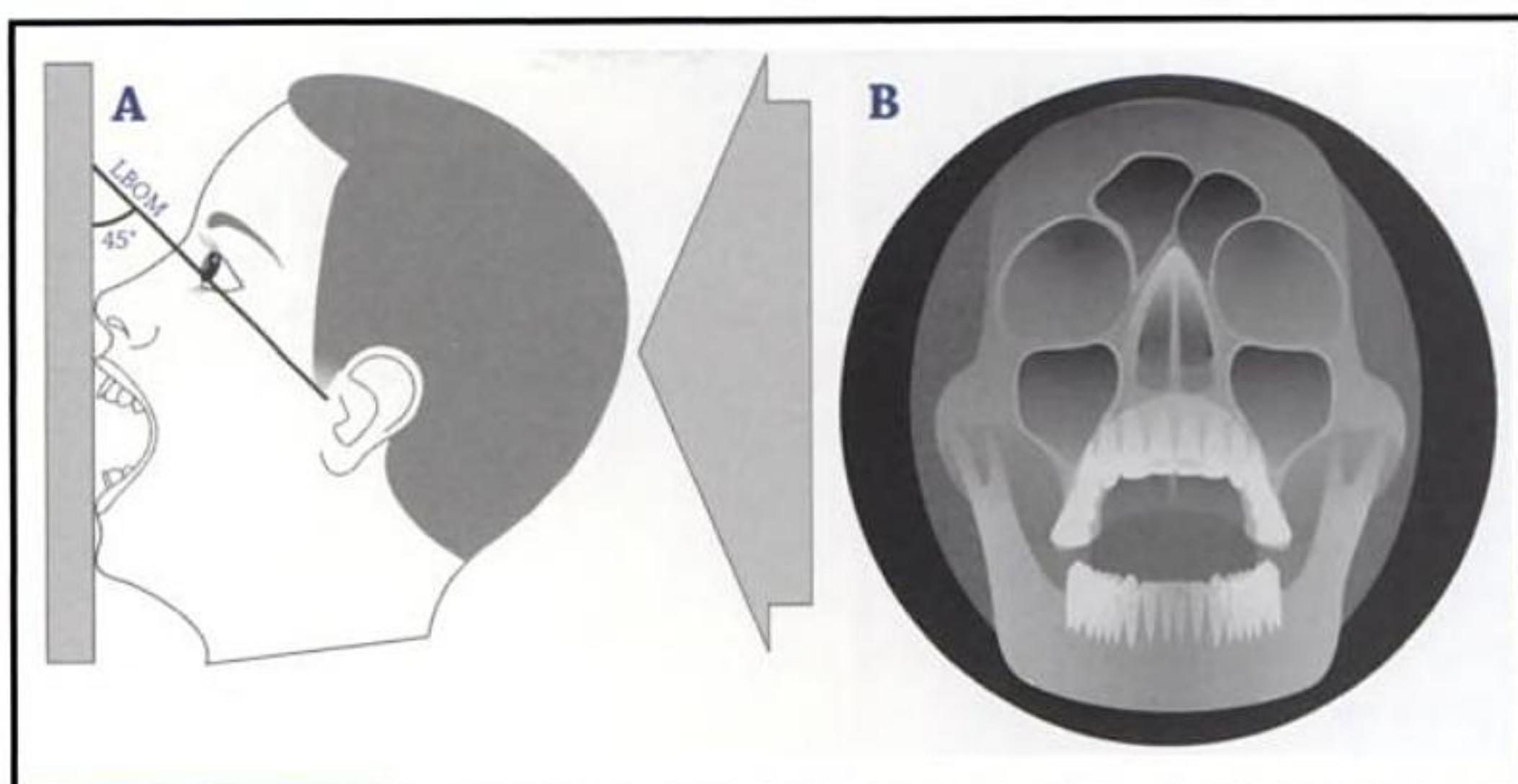


Figura 6-5

Proyección de Waters (naso-mento-placa). A) La línea básica orbitomeatal incide sobre la radiografía formando un ángulo de 45° . El paciente debe mantener la boca abierta. La punta de la nariz y el mentón deben apoyarse en la placa, y el rayo debe incidir perpendicular a esta a través de la protuberancia del occipital.

B) Imagen resultante.

redundante, o la conformación de pequeñas masas, pólipos o tumores deben tenerse en cuenta. Una forma especialmente organizada que muestra una imagen radiopaca, bien perfilada y redondeada, traduce quiste de retención.

La proyección submentovertical básica o de Hirtz muestra los bordes posteriores de los senos maxilares, los senos esfenoidales y las celdas mastoideas. Proyecta los senos etmoidales superpuestos a las fosas nasales. El rayo incidente queda centrado por detrás del mentón, en la línea media. Idealmente, la LBOM del paciente se dispone paralela a la radiografía y a 95° del haz. Como se verá más adelante, la radiología simple tiene poca sensibilidad en el diagnóstico de sinupatía etmoidal, esfenoidal y frontal (v. también cap. 13).

Ortopantomografía

Numata, en 1933, y Paatero, en 1948, fueron los precursores de esta exploración. Basada en principios tomográficos de trayectoria curva, la ortopantomografía reproduce una imagen que informa, con buena resolución, de las estructuras situadas al nivel de las arcadas dentarias. En ese pasillo de corte, se evanesce lo que se encuentra por delante o por detrás de las arcadas, con lo que se eliminan las superposiciones. La calidad de imagen de las últimas generaciones de ortopantomógrafos es suficiente para el diagnóstico de ca-

ries incipientes proximales, siempre que el paciente esté bien centrado en el aparato (hecho no frecuente). El mal posicionamiento aumenta la distorsión radiográfica, falseando mediciones. Como se dijo con anterioridad, cuando el paciente está bien posicionado, la magnificación sólo es del 20 al 30 %, aproximadamente y de forma constante, lo que no la invalida para determinar dimensiones verticales. La extensión del área radiografiada, la simplicidad de la ejecución, la discreta dosis de exposición recibida por el paciente (el 20 % de la necesaria para un estudio seriado periapical completo o el equivalente a unas 4 periapicales) son ventajas de esta exploración; tanto es así que a veces se tiende a sobreindicarla. En el capítulo siguiente se proporciona mayor información, por lo que, para no ser repetitivos, añadimos aquí tan sólo algunos aspectos relativos a la justificación y optimización de esta técnica radiográfica.

Acerca de la justificación de la ortopantomografía. Esta exploración estará bien justificada ante las siguientes situaciones:

1. Diagnóstico de la presencia, ausencia y localización de estructuras odontológicas.
2. Diagnóstico y extensión de patología ósea.
3. Diagnóstico de fracturas, su desplazamiento y consolidación.
4. Determinación de la altura ósea alveolar. Se acepta en general una distorsión del 20-30 %, según el aparato.
5. Es una alternativa válida en el estudio de la enfermedad periodontal de múltiple localización, siempre que el aparato produzca imágenes de buena calidad.
6. Diagnóstico del estado de desarrollo y crecimiento de la dentición en el niño.

Por el contrario, su justificación es discutible en las siguientes situaciones:

1. La ortopantomografía en edéntulos no está indicada de forma sistemática, en ausencia de algún signo o síntoma clínico. Tampoco está justificada a los solos efectos de cribado, por la baja prevalencia de hallazgos fortuitos.
2. La ortopantomografía no está indicada cuando el motivo del estudio puede visualizarse completamente en una radiografía intraoral, pues con ella se expone a menor dosis al paciente. En consecuencia, el estudio prequirúrgico de estas situaciones (apicectomía, restos radiculares, quistectomías de reducido tamaño, etc.) no justifica su empleo.

Además de la correcta justificación, los estudios radiológicos deben asegurar el máximo beneficio con el menor coste radiactivo para el paciente, es decir, preceptivamente deben ser estudios optimizados.

Optimización de la ortopantomografía. Como se ha comentado, la correcta colocación del paciente en el aparato es esencial y, según algunos autores, más del 50 % de estas exploraciones presenta signos de incorrecto posicionamiento. Son criterios optimizadores de la ortopantomografía:

1. Colocación correcta del paciente en el aparato.
2. Utilización de delantales emplomados y collarines tiroideos en niños y mujeres en edad de procrear.
3. Durante el disparo, el operador debe situarse a cubierto de la radiación, por detrás de una mampara emplomada.
4. La relación de las pantallas intensificadoras del chasis de la película con el tipo de película utilizado debe ser la adecuada.
5. Se debe efectuar un mantenimiento reglado de las funciones del cuarto oscuro y de la unidad de revelado.
6. Nadie debe ser irradiado durante la exploración, a excepción del paciente; tampoco las personas que se encuentren en habitaciones contiguas. Por ello las paredes del recinto donde se explora deben ser capaces de absorber la radiación generada.
7. Se ha de realizar un informe de cada exploración y es útil archivar su copia en la historia del paciente, sobre todo si este reclama su exploración, a fin de ahorrarse la repetición de otra exploración similar para otro centro.
8. La frecuencia de controles radiográficos debe ser acorde con las guías de selección para la indicación de pruebas radiológicas consensuadas internacionalmente y publicadas a tal efecto.

Sialografía

Con radiología convencional no pueden determinarse la forma ni el tamaño de ninguna glándula salival; pero si, a través de su conducto excretor, a contracorriente se rellenan con una sustancia radiopaca el sistema ductal primero y el acinar después, estaremos en condiciones de valorar la morfología de la glándula. La más accesible para este estudio es la parótida, mediante la canalización del conducto de Stensen (o Stenon). La introducción del medio de contraste debe ser lenta y con control radiográfico, placa a placa o preferentemente fluoroscópico, hasta conseguir la opacificación en «ramas de árbol» (fase ductal) y después la opacificación en «floración del árbol» (fase acinar). Después se toma registro a los 5 min para la fase de vaciado espontáneo, y si persiste retención, se estimula la secreción mediante un sialogogo (p. ej., zumo de limón). La sialografía está indicada en la patología de los conductos y en procesos inflamatorios crónicos. Puede ser útil en el estudio de masas intra-glandulares, leyendo distorsiones y compresiones extrínsecas al normal tra-

yecto de la ramificación ductal, aunque, como se advierte más adelante, la RM se muestra más sensible y más inocua. Está contraindicada en las infecciones agudas, en situaciones de sensibilidad conocida a compuestos yodados (material de contraste) y previa a pruebas funcionales del tiroides (v. también cap. 15).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

De Freitas A, Rosa JE, Faria e Souza I. Radiologia odontológica. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.

Finestres F. Protección en radiología odontológica. Barcelona: Ediciones U.B., 2004.

Finestres F, Chimenos E. Radiología odontológica y diagnóstico por la imagen. En: Chimenos E (ed.). La historia clínica en odontología. Barcelona: Masson, 1999.

Finestres F, Chimenos E, Guix B. Empleo de la ortopantomografía. Dental Imaging 2000;6-15.

Finestres F, Bonomie JM, Cloquell-Ale DA, Padilla AR, Chimenos E, Guix B. La calidad en el departamento de radiología. Med Oral 2003;8:311-21.

Haring JI, Jansen L. Radiología dental. Principios y técnicas. México: McGraw-Hill Interamericana, 2002.

Faculty of dental general practitioners (UK). Selection criteria for dental radiography. London: Faculty of dental general practitioners (UK), 1998.

Whaites E. Essentials of dental radiography and radiology. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2002.

White SC, Pharoah MJ. Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

CALIDAD DE LA ORTOPANTOMOGRAFÍA EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

Ramón Arístides Martínez Carranza, Eduardo Chimenos Küstner
y José López López

El examen radiográfico es un paso esencial en el diagnóstico y el plan de tratamiento en odontología. La ortopantomografía, debido a la rapidez en su elaboración, su bajo costo y la representación panorámica de los maxilares, es una de las técnicas radiográficas más utilizadas hoy día. Esto exige del profesional la práctica de una técnica más cuidadosa y seguir unos criterios de calidad que permitan reducir el número de exposiciones a radiaciones a las que se somete al paciente, sin que ello afecte a la calidad de la imagen radiográfica obtenida. Con estas premisas, en este capítulo se persiguen los siguientes objetivos: por una parte, completar el conocimiento de esta técnica radiográfica, tan extendida; por otra parte, resumir los resultados de un trabajo, que consistió en determinar la calidad de la ortopantomografía en la práctica clínica, a partir de una selección aleatoria de radiografías panorámicas obtenidas de los archivos de la Clínica Odontológica Universitaria de la Facultad de Odontología, en la Universitat de Barcelona.

ASPECTOS GENERALES DE LA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

A menudo resulta difícil, si no imposible, obtener información diagnóstica adecuada a partir de una sola serie de películas intrabucales, pues en éstas no siempre se observarán todas o la mayoría de estructuras anatómicas. En estos casos, la película más adecuada es la radiografía panorámica (RP). Conocida también como ortopantomografía, consiste en una técnica radiológica destinada a obtener una única imagen de las estructuras faciales, que incluya las arcadas maxilar, mandibular y sus estructuras de sostén. Esta técnica radiológica extrabucal permite examinar los maxilares, superior e inferior, en una sola radiografía. En síntesis, la RP es una técnica radiográfica simple y rápida que muestra todos los dientes y sus estructuras de soporte, con una dosis de radiación relativamente baja (en comparación con una serie de radiografías periapicales) y en menor tiempo, y que además resulta confortable para el paciente.

Entre sus ventajas se cuentan las siguientes: *a)* amplia cobertura de los huesos faciales y de los dientes; *b)* baja dosis de radiación para el paciente; *c)* comodidad del examen para el paciente; *d)* puede emplearse en pacientes que no pueden abrir la boca, y *e)* se necesita poco tiempo para obtener la proyección panorámica, normalmente de 3 a 4 min. Este tiempo incluye el necesario para colocar al paciente y para el ciclo de exposición. Además ofrece una ayuda visual muy útil para la presentación de casos y para educar al paciente.

Entre sus desventajas, la principal es que la imagen resultante no muestra el detalle anatómico fino, apreciable en las radiografías periapicales intraorales. Por tanto, no es tan útil como la radiografía periapical para detectar pequeñas caries o enfermedad periapical. Además se superponen las superficies proximales de los premolares. Por consiguiente, la disponibilidad de una RP de un paciente a menudo no evita la necesidad de placas intraorales para alcanzar un diagnóstico definitivo. Otros problemas asociados con la RP incluyen el aumento irregular y la distorsión geométrica. De forma ocasional, la presencia de estructuras que se solapan, tales como la columna cervical, pueden ocultar lesiones odontogénicas, especialmente en la región incisiva. Además, objetos clínicos importantes pueden situarse fuera del plano focal (corte focal) y pueden aparecer distorsionados o no aparecer. Además de contener imágenes reales (simples o dobles), la RP puede contener imágenes «fantasmas», si el objeto es interceptado más de una vez por el tubo de rayos X durante la exposición. La imagen «fantasma» es un artefacto radiopaco que se observa en una RP y se asemeja a su contraparte real; se forma en el lado opuesto de la película y aparece indefinida, más grande y más alta que su contraparte real.

Las indicaciones más comunes incluyen: evaluación de un traumatismo, terceros molares, enfermedad extensa, lesiones grandes conocidas o sospechadas, desarrollo dental (especialmente en dentición mixta), retención de dientes o restos radiculares (en pacientes edéntulos) y anomalías del desarrollo.

PRINCIPIOS DE LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN PANORÁMICA

Cuando se exponen películas intrabucales (p. ej., periapicales o con aleta mordida), la placa y la cabeza del tubo permanecen estáticos; en la RP ambos se mueven alrededor del paciente. La imagen se obtiene por la rotación de la fuente de rayos X y la película, a la misma velocidad pero en dirección opuesta, alrededor de la cabeza del paciente. En esta técnica el haz de rayos X pasa a través de los maxilares, desde lingual a vestibular, y continúa en angulación ascendente con respecto al plano oclusal. El paciente puede estar de pie o sentado en una posición fija, lo que depende del tipo de rayos X panorámico que se utilice.

El movimiento de la película y la cabeza del tubo genera una imagen mediante un proceso conocido como *tomografía*. El término *tomo* significa «corte»; la tomografía es una técnica radiográfica que permite obtener imágenes de una capa o corte del cuerpo, omitiendo las imágenes de estructuras en otros planos. En la RP, esta imagen se adapta a la forma de las arcadas dentales. Dos conceptos básicos para el entendimiento de la formación de la imagen en las RP son:

Plano focal. Conocido también como conducto focal, corte focal o capa de imagen; se define como una zona curva tridimensional en la que se observan con claridad las estructuras en la RP. La imagen registrada en una RP está integrada sobre todo por las estructuras anatómicas localizadas dentro del plano focal. Los objetos localizados fuera del plano focal aparecen borrosos, aumentados o disminuidos en tamaño y a veces distorsionados, hasta el punto de ser irreconocibles. La forma del plano focal varía con la marca del equipo empleado. Es importante recalcar que sólo las estructuras que están dentro del plano focal se verán claramente, mientras que los tejidos blandos, los espacios aéreos y las imágenes fantasmas pueden ser proyectados a zonas de interés.

Centro de rotación. Es el punto de pivote o eje alrededor del cual gira el portador del estuche y la cabeza del tubo. En todos los casos el centro de rotación cambia al girar la cabeza del tubo y la película alrededor del paciente. Este cambio rotacional permite que la imagen en capas se adapte a la forma elíptica de las arcadas dentales. La localización y el número de centros de rotación influye en el tamaño y la forma del conducto focal y difieren según el fabricante.

APARATOS PANORÁMICOS

Hay varias y diferentes unidades panorámicas de rayos X: Orthopantomograph 10E (Siemens), GX-Pan (Gendex Corporation), Cranez 3, Ceph (Soredex medical Systems), Orthopantomograph 100 (Sirona USA LLC, Charlotte, N.C.), Orthophos Plus (Sirona), Orthoralix S (Gendex Division, Dentsply International) y PM 2002 CC Proline (Planmeca), entre otros. Algunas de estas unidades, además de proporcionar imágenes panorámicas estándares de las arcadas, tienen la capacidad de ajustarse a la altura del paciente y de realizar imágenes frontales y laterales de la articulación temporomandibular. En la actualidad, ya es posible la adquisición de aparatos panorámicos digitales (antes sólo era posible en las radiografías intraorales). Estos se basan en el sistema *CCD-storage phosphor receptor*; un ejemplo de este tipo de aparatos es el Orthophos DS (Sirona AG, Bensheim, Alemania). Estos nuevos aparatos reemplazan la combinación película-pantalla por un dispositivo sensor lineal cargado-acoplado o por una pantalla fosforescente fotoestimulable (almacenamiento fosforescente). Las unidades panorámicas difieren en cuanto a número de centros de rotación, tamaño y forma del

conducto focal y el tipo de mecanismo de transporte de película utilizado. Aunque las unidades panorámicas de distintos fabricantes se diferencian poco entre sí, todos los aparatos tienen componentes similares. Los principales son los siguientes:

1. *Cabeza del tubo de rayos X.* Es muy similar a la de los aparatos para radiografía intrabucal; ambas tienen un filamento utilizado para liberar electrones y un blanco para generar los rayos X. El colimador que se emplea en la cabeza del tubo difiere del que se usa en los aparatos para radiografía intrabucal; el que se utiliza en los aparatos para panorámicas es una lámina de plomo con una pequeña abertura en forma de ranura vertical estrecha. La función del colimador es restringir el tamaño y la forma del haz de rayos X.
2. *Posicionador de cabeza.* El típico consiste en un descanso para el mentón, una lengüeta de mordida con muescas, descanso para la frente y soporte o guía lateral de la cabeza. Cada unidad panorámica es diferente en este punto, por lo que el operador debe seguir las instrucciones del fabricante.
3. *Controles de exposición.* Los controles de miliamperaje y kilovoltaje son ajustables, de modo que se pueden variar estos valores para acomodarlos a pacientes de diferentes tamaños; sin embargo, el tiempo de exposición es fijo y no se puede cambiar.
4. *Película.* En la RP se utiliza una película de pantalla sensible a la luz emitida por las pantallas intensificadoras. Se coloca la película entre las dos pantallas en el portador del estuche; cuando este se expone a los rayos X, las pantallas convierten la energía de los rayos X en luz, que expone la película.

PANTALLAS INTENSIFICADORAS

Existen dos tipos: de tungstato de calcio y de tierras raras. Las de tungstato emiten luz azul y las de tierras raras luz verde. Las películas sensibles a la luz se deben igualar con pantallas que producen luz azul y las sensibles al color verde con las que emiten color verde. Las películas rápidas combinadas con pantallas de alta velocidad (de tierras raras) son las adecuadas para la mayoría de exploraciones. El sistema película-pantalla de 200 (velocidad) es el más recomendado para radiografías extraorales, aunque recientemente se ha utilizado un nuevo sistema basado en luz ultravioleta. Estas pantallas están hechas de tantalato de itrio; un número considerable de investigaciones ha demostrado que la resolución es buena en estudios *in vitro*. Sin embargo, en un estudio reciente se comparó la utilidad de este sistema con las pantallas de tierras raras y no se encontraron diferencias significativas.

CARTUCHO O ESTUCHE

Es un aditamento que se utiliza para sostener la película extrabucal y las pantallas intensificadoras; puede ser rígido o flexible, curvo o recto, dependiendo de la unidad de rayos X. Todos los estuches deben ser a prueba de luz para proteger la película contra la exposición.

CALIDAD RADIOGRÁFICA

En los últimos años la RP representa uno de los exámenes complementarios que más utiliza el dentista, tanto en la consulta privada como en los centros sanitarios públicos. Como ejemplo podemos decir que en el Reino Unido, en las últimas dos décadas, se ha producido un crecimiento de 0,7 millones de RP en 1981 a más de 2,04 millones en 1998 y 1999; paradójicamente, tan sólo se ha producido un incremento del 14 % en las radiografías intrabucales (periapicales), en el mismo período de tiempo. Coincidencia o no, existe un mayor conocimiento por parte del profesional y del mismo paciente de los riesgos asociados a las exposiciones de radiaciones ionizantes. El conocimiento de estos riesgos obliga al profesional a aumentar el nivel de calidad de las radiografías y a minimizar el número de proyecciones innecesarias para un buen o correcto diagnóstico.

En estudios recientes se ha demostrado que el plan de tratamiento en cirugía bucal, los traumatismos maxilofaciales, las enfermedades periodontales, los pacientes que necesitan restauraciones protésicas y los pacientes en primera consulta representan los casos, en orden decreciente, que más suelen inducir al dentista a utilizar la RP.

Uno de los requerimientos fundamentales de la protección radiológica es que toda exposición a los rayos X, como parte de un diagnóstico, deberá ser justificada para cada paciente. Rushton et al., en un reciente estudio, entrevistaron mediante un cuestionario a 542 dentistas, de los cuales el 42 % respondió que a pacientes adultos (>18 años) les realizaban RP de manera sistemática. Entiéndase «de manera sistemática» como el uso de técnicas radiográficas como método de diagnóstico indiferente a la presencia o ausencia de signos o síntomas clínicos.

El objetivo principal de las técnicas radiológicas, tanto intraorales como extraorales, es producir imágenes de alta calidad de las estructuras orales, con un mínimo de exposición de radiación. El profesional debe tener criterio para determinar el tipo, frecuencia y extensión de cada examen radiográfico. El diagnóstico radiográfico se debe utilizar una vez realizado el examen clínico, teniendo en cuenta la historia clínica, evaluando cuál es la técnica radiológica adecuada y considerando las necesidades del paciente, tanto en relación con su salud bucal

como en general. Las radiografías de poca calidad pueden interferir en la interpretación de la imagen, lo que puede influir en el diagnóstico y en el plan de tratamiento. Además, pueden ser de poca utilidad como prueba pericial en casos de negligencia, ya que la calidad en radiodiagnóstico no sólo compete a instituciones médicas.

ASPECTOS LEGALES

El Real Decreto 1976/1999 de fecha 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico, en su artículo 1 estipula que tiene como objeto: «Establecer los criterios de calidad en radiodiagnóstico para asegurar la optimización en la obtención de las imágenes y la protección radiológica del paciente en las unidades asistenciales de radiodiagnóstico, y que las dosis recibidas por los trabajadores expuestos y el público en general tiendan a valores tan bajos como pueda razonablemente conseguirse». Y el artículo 7, apartado 3, del mismo real decreto, sobre dosis impartidas y niveles de radiación indica que: «El médico especialista, el odontólogo o el podólogo en el ámbito de sus competencias se responsabilizarán de que la exposición de los pacientes sea la mínima compatible con el fin que se persigue, y de que se pongan los medios necesarios para evitar la repetición de la exposición por falta de claridad diagnóstica o por otras causas». Asimismo, en el artículo 13 se hace referencia al programa de control de calidad de los aspectos clínicos, donde se establecen criterios relativos a:

1. La necesidad o justificación de la prueba diagnóstica con rayos X.
2. La responsabilidad y supervisión del médico especialista, odontólogo o podólogo, en el ámbito de su competencia, en la realización de la prueba con rayos X.
3. La elección de la técnica radiológica adecuada, siguiendo protocolos establecidos.
4. Las normas de carácter técnico para minimizar la dosis de radiación, sin menoscabo de la capacidad diagnóstica.
5. La elaboración de informes por el radiólogo y, en su caso, por el odontólogo y el podólogo.

Además, en el apartado 3, artículo 14, sobre programa de control de calidad del equipamiento, se indica que: «El médico, el odontólogo o el podólogo, en el ámbito de sus competencias, serán los responsables de evaluar si la imagen obtenida es apta o no para el diagnóstico». También es responsabilidad del dentista que todo el personal implicado en la práctica de técnicas radiográficas en su

clínica esté capacitado y haya tomado un curso de por lo menos 40 h en técnicas de exposición, procesamiento y técnicas de protección radiológica.

CARACTERÍSTICAS DE UNA RADIOGRAFÍA PANORÁMICA DE ALTA CALIDAD

Según Langland y Langlais, deben diferenciarse las siguientes zonas:

Zona 1. *Dentición*: debe presentar una ligera curva, correspondiente a la línea de la sonrisa, dejando un espacio entre los dientes superiores e inferiores. Los dientes posteriores no deben ser ni pequeños ni grandes en un lado, en comparación con el otro. La superposición de un premolar sobre el otro debe ser mínima. Los ápices de los dientes anteriores mandibulares y maxilares no deben estar cortados y sus coronas no han de desaparecer.

Zona 2. *Senos y nariz*: los tejidos blandos de la nariz y sus cartílagos no deben verse; la sombra del paladar duro y algunas imágenes fantasmas del paladar podrán verse a nivel de los senos maxilares; la lengua debe estar en contacto con el paladar para no interferir en estas estructuras en el momento de la exposición.

Zona 3. *Cuerpo mandibular*: la cortical inferior de la mandíbula debe ser uniforme y continua. Deberán estar ausentes, en esta área, imágenes fantasmas o dobles imágenes del hueso hioides. La línea media de esta zona no deberá estar aumentada, ni en la arcada superior ni en la inferior.

Zonas 4 y 6. *Los 2 cóndilos*: deben estar más o menos centrados, a ambos lados de la película, y a la misma altura a ambos lados con respecto al plano horizontal. El cóndilo de un lado no debe ser ni más grande ni más pequeño que el del otro lado.

Zona 5. *Rama mandibular y columna vertebral*: la rama mandibular debe ser igual en ambos lados. La columna vertebral, aunque usualmente no se ve, cuando sea visible, no debe superponerse a la rama mandibular y la distancia entre ellas debe ser la misma en los dos lados.

La mayoría de errores producidos en la RP pueden ser categorizados en 3 grupos:

1. Errores en la técnica.
2. Errores en el procesamiento y en la exposición.
3. Errores en el manejo de la película.

Lógicamente estos errores (por cierto muy comunes) provocan una baja calidad diagnóstica en la RP y pueden afectar a la salud oral y dental del paciente (figs. 7-1 y 7-2).

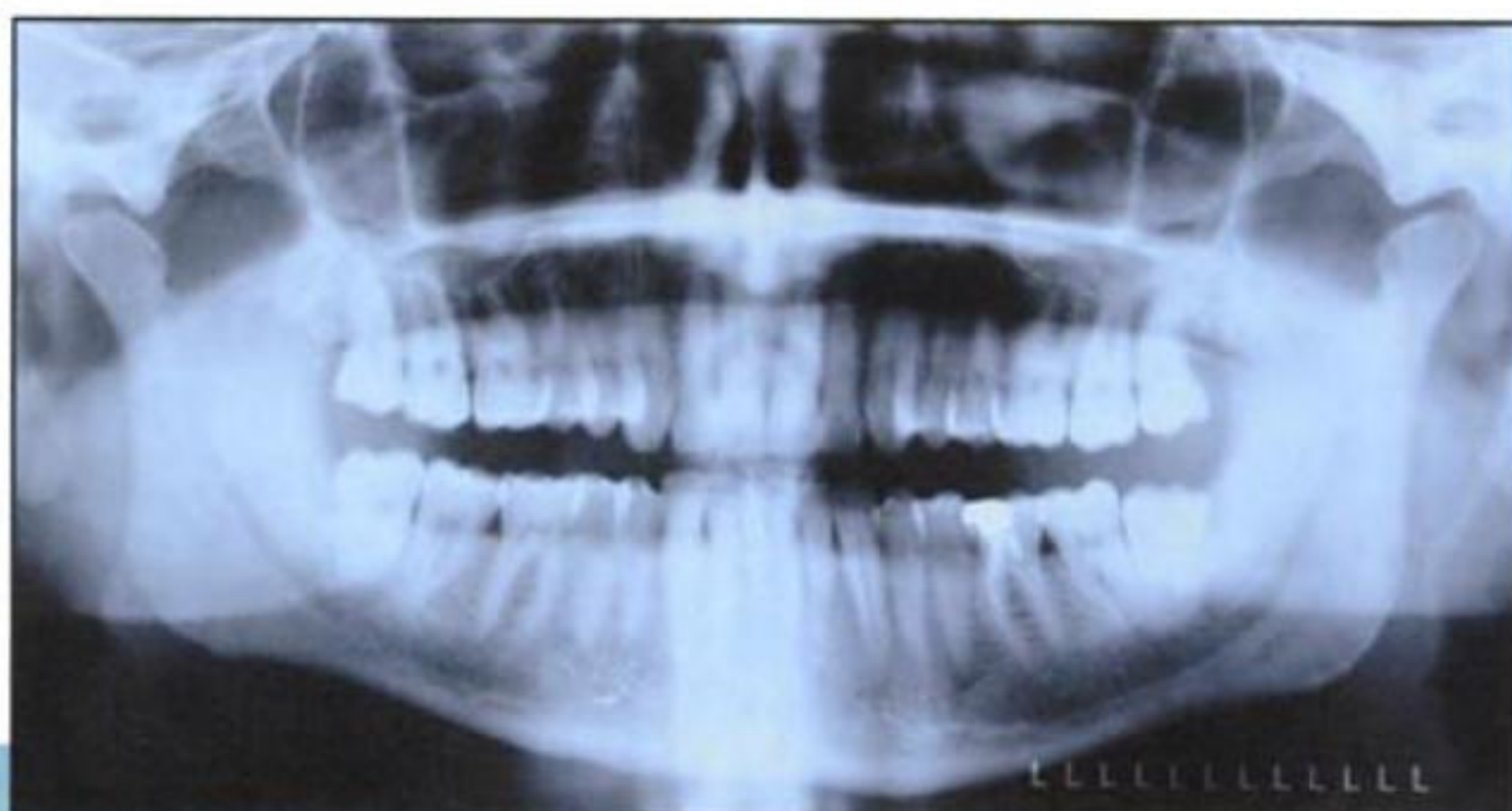


Figura 7-1

Ortopantomografía convencional, en la que se distinguen las principales estructuras anatómicas.



Figura 7-2

Radiografía panorámica (ortopantomografía) digital.

PACIENTES Y MÉTODOS

Para realizar este estudio se seleccionaron de forma aleatoria un total de 100 RP de los archivos de la Clínica Odontológica Universitaria de la Facultad de Odontología de la Universitat de Barcelona. Dos de ellas fueron reclamadas por los pacientes durante el período de tiempo del estudio (año 2002), siendo finalmente la muestra definitiva de 98 ortopantomografías. Estas radiografías se habían realizado en diversas instituciones (hospitales, clínicas privadas, etc.), por lo que correspondían a diferentes unidades o aparatos panorámicos. Todas las radiografías fueron observadas bajo las mismas condiciones, en una habitación con luz tenue y utilizando un negatoscopio estándar.

Cada radiografía fue observada y evaluada en dos ocasiones. La primera en condiciones normales y en la segunda se colocó sobre la lámina de metacrilato del negatoscopio una hoja de acetato milimetrada (obtenida a partir de fotocopiar una hoja de papel normal milimetrado en una hoja de acetato de celulosa) con el objetivo de poder observar con mayor claridad la simetría de las estructuras anatómicas. A continuación se tomó una fotografía de cada radiografía, con una cámara Yashica Dental Eye II, y las fotografías fueron escaneadas (*epson perfection 1250*).

La calidad radiográfica fue determinada, tomando como referencia 3 categorías (de acuerdo a los estándares de calidad para la RP), descritas por Rushton et al., como: excelentes, diagnósticamente aceptables e inaceptables. Estos autores aplicaron el término «excelente» a radiografías sin ningún tipo de error, ni en la técnica ni en el procesamiento. El término «diagnósticamente aceptable» lo aplicaron en los casos en que, como observadores, no llegaron a ningún consenso (en cuanto a calidad). Y consideraron «inaceptables» las RP que, por su falta de calidad, no eran útiles para realizar un diagnóstico correcto.

En nuestro estudio se consideraron estos 3 términos como válidos, aunque definiéndose de manera diferente, ya que nuestro objetivo consistía en determinar la calidad de la RP teniendo en cuenta si cumplía o no los criterios estándares de calidad, en lugar de determinar la frecuencia o identificar los errores presentes en dichas radiografías, como hicieron Rushton et al. en el estudio antes mencionado.

Las categorías empleadas en nuestro estudio fueron:

1. Excelentes: aquellas que cumplían todos o la mayoría de los criterios estándares sobre calidad de la RP.
2. Aceptables: aquellas que cumplían por lo menos con la mitad de los criterios evaluados.
3. Inaceptables: aquellas que ofrecían una calidad diagnóstica pobre o reducida, o que limitaba el uso de la radiografía, como un método diagnóstico adecuado.

Los criterios de selección se basaron en los estándares de calidad de la RP y en los parámetros sobre la calidad radiográfica emitidos en el informe oficial de la American Academy of Oral and Maxilofacial Radiology. Para la realización del estudio, se establecieron de la forma siguiente:

1. Ambos cóndilos deben ser visibles, más o menos centrados a los dos lados de la película e iguales a ambos lados con respecto al plano horizontal. El cóndilo de un lado no debe ser ni más grande ni más pequeño que el del otro lado.

2. El borde anteroinferior de la mandíbula debe ser claramente visible. La cortical inferior de la mandíbula ha de ser continua y uniforme, sin imágenes dobles o fantasmas del hueso hioides (u otras estructuras). La línea media de esta zona (tanto en la arcada superior como inferior) no debe estar aumentada.
3. El plano oclusal debe presentar una ligera curva, correspondiente a la línea de la sonrisa.
4. Los dientes posteriores no deben ser ni muy cortos ni muy largos. Los ápices de los dientes anteriores (superiores e inferiores) no deben aparecer cortados, y sus coronas deben ser claramente visibles. Los dientes anteriores no han de aparecer ni magnificados ni minimizados.
5. La rama mandibular debe ser simétrica a ambos lados. Si la columna vertebral fuera visible, no debería superponerse en esta área. No deben observarse sombras o imágenes fantasmas en el cuerpo mandibular.
6. La sombra de la columna vertebral tiene que ser mínima.
7. Debe ser visible el borde inferior de las órbitas.
8. Magnificación y posición simétrica.
9. No debe haber ninguna marca de presión, rasguños o restos de emulsión en la película.
10. No debe haber ninguna evidencia de mal revelado, como salpidaduras o contaminación de químicos, mal lavado o fijado.
11. No debe haber evidencia de película velada.
12. Tiene que haber una buena densidad y un contraste adecuado.
13. Debe observarse el nombre y la fecha, así como la definición, legible, de los lados izquierdo y derecho.

RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De las 98 RP evaluadas, según los criterios estándares de calidad radiográfica, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la categoría de excelentes, ninguna de las 98 radiografías evaluadas cumplía con este término (0 %). En la categoría de aceptables, 42 de las 98 radiografías evaluadas, o sea el 41,16 %, cumplían con la mitad (6) o más de la mitad de los criterios que se evaluaban. Y en la categoría de inaceptables, 56 de las 98 radiografías evaluadas, o sea el 54,88 %, no cumplían ni con la mitad de los criterios antes mencionados.

De las 56 RP consideradas inaceptables, 26 (14,56 %) no cumplían ni con los primeros 6 criterios que se evaluaban, que son básicos y determinantes en la interpretación radiográfica, y 4 (2,24 %) no cumplían con ninguno de los criterios de calidad antes mencionados.

Los resultados de nuestro estudio (excelentes = 0 %, aceptables = 42,16 %; inaceptables = 54,88 %) son categóricos en cuanto a la calidad de las radiografías evaluadas. Sin embargo, al evaluar estos resultados coincidimos con Rushton et al., en la idea de reconsiderar y evaluar los estándares de calidad radiográfica, recomendando evitar el empleo del término «excelente», y procurando minimizar el empleo del término «inaceptable». En nuestro estudio se determinó la calidad radiográfica sin tener en cuenta la situación clínica del paciente, por lo que aquellas radiografías que se consideraron aceptables e incluso inaceptables podrían tener alguna validez clínica. Asimismo, en nuestro estudio se evaluó la calidad radiográfica teniendo en cuenta la presencia o ausencia de criterios estándares de parámetros previamente establecidos, utilizándose estos términos sólo como puntos de referencia.

Nuestros resultados se asemejan a los de otros autores, aunque estos evaluaban la frecuencia de errores. Así, Schiff et al., de 1.000 RP evaluadas, encontraron errores en el 79,7 %; Rushton et al., de 1.813 radiografías, observaron algún error en un 99,2 %, y Brezden et al., de 500 ortopantomografías examinadas, hallaron errores en 499; datos, todos ellos, realmente significativos.

Son muchos los factores que pueden afectar a la calidad de la imagen en las películas panorámicas. La limitación en la dimensión del corte focal, la inexperiencia o falta de conocimiento por parte del operador o la edad de la máquina son los causantes de la mayoría de errores. En nuestro caso en particular carecíamos de dicha información, ya que las radiografías fueron realizadas con diferentes aparatos panorámicos y por distintos operadores, por lo que desconocíamos la edad de la máquina y la experiencia del operador (mínimo exigible de 40 h en técnica de exposición y procesado). En estudios previos se ha encontrado una mínima diferencia, en cuanto a la calidad de las estructuras anatómicas visibles, en aparatos panorámicos distintos (diferentes marcas o tiempo de uso), una discrepancia de 1 punto en una escala de 5, posiblemente debido a que el tamaño del corte focal varía según la marca del equipo utilizado.

Otros factores que influyen en la calidad de la imagen son errores en la exposición y procesamiento, la proyección del ángulo con respecto a la posición del paciente y la posición de la lengua sobre el paladar (error: sombra radiolúcida sobre dientes superiores).

En un estudio reciente se observó que el error más común encontrado, en 460 radiografías evaluadas, fue «la posición inadecuada de la lengua durante la exposición». Lo correcto es que la lengua esté en contacto con el paladar durante la exposición.

En cuanto a la reducción en la dosis de radiación a la que se somete al paciente, el tipo de pantalla intensificadora que se utilice es muy importante. Las llamadas «de tierras raras» ofrecen una reducción de aproximadamente el 50 % en la cantidad de radiación expuesta, en comparación con las de tungstato de calcio.

Como ya se indicó al principio, en la actualidad se cuenta con un nuevo tipo de pantalla intensificadora basado en luz ultravioleta. Dichas pantallas están fabricadas con tantalato de itrio y se consideran una alternativa a las de tierras raras.

Con la incorporación de los aparatos panorámicos digitales se ha disminuido la cantidad de radiación expuesta: receptores digitales a favor del sistema pantalla-película (si bien no todos los autores están de acuerdo). Su empleo no se ha generalizado aún, probablemente porque hasta hace poco no se han empezado a divulgar. En nuestro estudio no se incluyó ninguna radiografía realizada con este tipo de aparato.

Aun desconociendo la situación clínica de los pacientes, se ha demostrado que es improductiva la utilización de la RP como método sistemático de exploración y que la utilización de criterios clínicos de selección de los pacientes proporcionaría una significativa reducción en el número de exposiciones, en ausencia de signos y síntomas clínicos.

Un aspecto importante que se debe considerar es que el profesional debe conocer las consecuencias de fallar al identificar anomalías en las radiografías, ya que podría tener problemas médico-legales, principalmente cuando estas anomalías existen. En nuestro país, la normativa recogida en el Real Decreto 1977/1999 de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico, sienta las bases legales de forma explícita y muy clara.

Al determinar la calidad de las 98 RP que representaban la muestra en estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La calidad de las 98 RP estudiadas fue baja, según criterios estándares sobre calidad. Sin embargo, la información que aportaban podía ser útil, dependiendo de la situación clínica y del objetivo diagnóstico que se buscara en cada caso.
2. No se encontró ninguna radiografía que cumpliera todos los criterios de la categoría «excelente», resultado que debe considerarse relevante.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Akarslan ZZ, Erten H, Güngör K. Common errors on panoramic radiographs taken in a dental school. *J Contemp Dent Pract* 2003;4:24-34.

Dannewitz B, Hassfeld S, Eickholz P, Mühling J. Effect of dose reduction in digital dental panoramic radiography on image quality. *Dentomaxillofacial Radiology* 2002;3:50-5.

Geist J, Katz O, University of Detroit Mercy, School of Dentistry and University of Missouri-Kansas City School of Dentistry. Radiation dose-reduction techniques in North American dental. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93:496-505.

Haring J, Jansen L. Radiología dental. Principios y técnica. México DF: McGraw-Hill Internacional, 2002.

Langland OE, Langlais RP. Principles of dental imaging. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997.

Ministerio de la Presidencia. 24717-Real Decreto 1976/1999, de fecha 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios en radiodiagnóstico. Madrid, 23 de diciembre de 1999.

Report by the Royal College of Radiologist and the National Radiological Protection Board. Guidelines on radiology standards for primary dental care. Documents of the NRPB 1994;5:30.

Rushton VE, Horner K, Worthington HV. The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. British Dental Journal 1999; 186:630-3.

Rushton VE, Horner K, Worthington HV. Screening panoramic radiology of adults dental practice. Radiological findings. British Dental Journal 2001; 190:495-501.

Rushton VE, Horner K, Worthington HV. Routine panoramic radiography of new adult dental patients in general dental practice: Relevance of diagnostic yield to treatment and identification of radiographic selection criteria. Oral Surgery Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002;93:488-95.

White C, Heslop W, Hollender G, Mosier M, Ruprecht A, Shrout M. Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxilofacial Radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001;91:498-511.

White S, Pharoah M. Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

TÉCNICAS ESPECIALES

Fernando Finestres Zubeldia, Teresa Salgado Derqui
y Eduardo Chimenos Küstner

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

La imagen de una radiografía simple es el resultado de la radiación remanente que, emergiendo del paciente tras atravesarlo, llega a la película (un solo plano de 2 dimensiones). En otras palabras, es el resultado de la absorción diferencial de todos los tejidos que constituyen el objeto radiografiado. Todos y cada uno de ellos, con su coeficiente de absorción grande o pequeño, influyen en la formación de la imagen; este es el resultado de las sombras que se superponen en la trayectoria del haz.

Desde que se conoce este fenómeno de sumación comenzó la carrera para «eliminar molestas superposiciones». La imagen radiográfica simple nació en 1895 (radiografía de la mano de Bertha Roentgen). Veinte años más tarde Mayer y Baese intentaban eliminar superposiciones mediante la tomografía. Bocage y Vallebona (1922) mejoraron esa técnica ideando la tomografía lineal. Fueron sucediendo estrategias más complejas que permitían generar grafías de secciones cada vez más delgadas, más precisas y con mayor capacidad para borrar proyecciones de estructuras superpuestas (tomografía multidireccional). En este sentido, la ortopantomografía (Paatero, 1950) también es una tomografía cuyo plano de sección pasa por los ejes mesiodistales de todos los dientes, de acuerdo con la trayectoria de las arcadas. Pero la necesidad de evanescer con eficacia tejidos situados por delante y por detrás del objeto de interés persistía. Los tejidos blandos encefálicos resultaban muy difíciles de explorar, ofrecían poca densidad al paso de los fotones y, por contra, los huesos del cráneo siempre se proyectaban ostensiblemente, dada su alta densidad radiológica (capacidad de absorción). En consecuencia, el tejido nervioso no era directamente visible. La inyección con medio de contraste en el árbol vascular, por ejemplo, podía monitorizar si algo adyacente a él crecía tanto como para comprimir o desplazar su normal contorno y recorrido. En fin, exploraciones complejas, agresivas y de relativa eficacia. En 1968, un ingeniero inglés, sir Geodfrey Hounsfield, puso a punto la tomografía axial computarizada densitométrica. Si bien en un principio estaba destinada a explorar el sistema nervioso central, en pocos años su aplicación se generalizó

a todo el cuerpo. Por su trabajo, sir Geoffrey Hounsfield recibió en 1979 el premio Nobel de Medicina. Desde entonces se han sucedido mejoras técnicas y nuevas generaciones de aparatos han ido apareciendo en el mercado, con mayor resolución y tiempos de adquisición más rápidos, ahorrando dosis de exposición. La tomografía computarizada (TC) helicoidal o espiral y la multicortes pueden realizar un estudio de cráneo en 90 s en lugar de los 10-20 min que precisan las TC convencionales. Con esa velocidad, el movimiento de la respiración apenas influye en la calidad del estudio. La nueva tecnología de *software* permite estudiar la mucosa del intestino grueso como si estuviéramos dentro del colon del paciente y detectar pólipos sésiles infracentimétricos (colonoscopia virtual). La TC convencional proporciona una serie de imágenes seccionales perpendiculares al eje longitudinal (axial) del cuerpo humano de un espesor que puede llegar al milímetro.

■ La señal en tomografía computarizada

La TC precisa de un generador de rayos X que trabaje en el rango del alto kilovoltaje. Éste se soporta en una sólida estructura anular motorizada que le permite dar vueltas alrededor del paciente (*gantry*). Emite un estrecho haz que atraviesa el cuerpo del paciente precisamente por un plano o sección determinada y cuya radiación remanente (la que emerge del paciente después de atravesarlo) es cuantificada por detectores de centelleo, dispuestos ortogonalmente a la fuente (receptores electrónicos de radiación cientos de veces más sensibles que la película radiográfica). Así se determina la densidad de cada una de las unidades de volumen en que está teóricamente constituida la imagen representativa de este corte (*voxel*). Mediante un giro angular del *gantry*, tubo y detectores vuelven a estimar densidades de los *voxels* desde otro punto de vista, obviando estructuras superpuestas. En un barrido completo de 360°, siempre dentro del mismo plano de corte, la información generada y procesada matemáticamente (se realizan unos 250 millones de operaciones en la reconstrucción de una imagen) corresponde a la densidad media real de cada uno de los *voxels* de esta sección, sin ninguna superposición. A partir de aquí se produce la grafía del corte correspondiente. La densidad de cada *voxel* queda numéricamente cuantificada en unidades Hounsfield (uH), donde el cero (número TC), por convención, se asigna al agua y el -1.000 al aire. Una región con número TC de 100 uH posee un coeficiente de atenuación lineal que es un 1 % más grande que el coeficiente de atenuación lineal de agua. La grasa ocupa el rango entre -100 y -60, las partes blandas entre +10 y +80 y los cuerpos muy densos como el hueso de 400 a 3.000 uH. En total, la numeración TC se extiende de -1.000 a 3.095 uH, 4.096 valores diferentes en la escala de grises.

Un pequeño desplazamiento rectilíneo de la camilla que soporta al paciente basta para iniciar el estudio de un nuevo plano. La exploración se da por terminada cuando se han obtenido suficientes cortes capaces de dar la información ne-

cesaria de la zona objeto de estudio. Para que nos hagamos una idea, un estudio de tórax suele contener tantos cortes como quepan en ese tórax, separados 10 mm entre sí. Si tenemos en cuenta que cada corte se confecciona a partir de bastantes disparos de radiación y que un estudio se compone de varios cortes, se comprende que la exploración por TC es de las que con mayor dosis exponen al paciente. Para entender la magnitud de dosis se compara su equivalencia con días de radiación de fondo y con la dosis efectiva de una radiografía básica, como es la posteroanterior de tórax (tabla 8-1). De forma convencional, los cortes por TC se estudian como si se observaran desde los pies del paciente, de acuerdo con la norma general topográfica en radiología, de modo que las estructuras que se ven a la derecha de la imagen corresponden al lado izquierdo del paciente.

Tabla 8-1 Dosis efectivas características en diagnóstico por la imagen, según exploración, comparándolas con el número de placas de tórax y el período de radiación de fondo

Exploración	Dosis efectiva (n.º)	Número equivalente de Rx de tórax	Periodo equivalente aproximado de radiación natural de fondo (días)
Rx dental intraoral	2-10 µSv (2)	0,5	0,5
Rx de tórax	20 µSv (1)	1	2
Rx lateral cefalométrica	3 µSv (2)	5	0,3
Ortopantomografía	26 µSv (2)	1	2,6
TC de cabeza	2,3 mSv (1)	115	236
Tránsito EGD	3 mSv (1)	135	308
Enema opaco	7 mSv (1)	350	720
TC de tórax	8 mSv (1)	400	822
Gammagrafía ósea (⁹⁹ Tc)	4 mSv (1)	200	411
Promedio de radiación de fondo 1 año en España	3,5 mSv (3)	150	360

EGD: esófago-gastro-duodenal; Rx: radiografía; ⁹⁹Tc: tecnecio 99; TC: tomografía computarizada.

Con un número suficiente de cortes axiales, a veces separados entre sí por sólo 1 o 3 mm, el ordenador puede generar nuevas imágenes seccionales de acuerdo con otros planos del espacio (coronales o sagitales) y también realizar la reconstrucción multiplanos en 3 dimensiones (3D). Una vez obtenido el modelo tridimensional, este puede rotar en tiempo real para ser visualizado desde cualquier punto de vista. Esa capacidad resulta muy útil para valorar la extensión de complejas y quebradas líneas de fractura, sobre todo para el cirujano traumatólogo o maxilofacial, facilitando la valoración de la prueba en mayor medida que las imágenes axiales múltiples. Varios estudios evidencian que la reconstrucción ha influido de forma positiva en la planificación quirúrgica de muchos pacientes. Según el proceso clínico que se estudie, pueden administrarse diferentes medios de contraste durante el examen. La administración intravenosa de contraste hi-

© MASSON, S.A. Fotocopiar sin autorización es un delito.

dro soluble producirá un aumento momentáneo de la densidad de las estructuras vasculares y, por consiguiente, de los órganos bien vascularizados. Así, la neoformación de vasos en la cápsula de un ganglio linfático metastásico y su nueva redistribución, no sólo a expensas del hilio central, se traduce por un efecto de mayor intensidad cortical, hallazgo que contribuye a su diagnóstico. La utilización de contraste facilita la definición de un tumor, que, aunque preferentemente se estudie con resonancia magnética (RM), ante la cantidad de situaciones que contraindican esta exploración, la TC con contraste representa una excelente alternativa. Aún persisten imágenes artefactadas por objetos metálicos, sobre todo si son de acero inoxidable. El titanio reduce la imagen artefactada. Se ha desarrollado un nuevo *software* que remedia en parte el problema.

Tomografía computarizada en maxilares

La radiología simple debe ser la primera elección frente a la mayoría de procesos que afectan a los maxilares y a partir de la información aportada puede suscitarse la necesidad de estudio por TC. Ya se ha subrayado la importancia de la TC en los traumatismos. Sin embargo, la gravedad del accidente puede dificultar tal práctica e imposibilitar la de la RM, dado su más lento proceso de adquisición de imagen. Por lo tanto, el estudio simple puede resultar más práctico e indispensable en las primeras acciones sanitarias, sobre todo si después se piensa realizar un estudio de RM, ya que es imperativo descartar previamente la presencia de cuerpos extraños radiopacos. Muchos traumatismos mandibulares con impacto en la zona mentoniana dan lugar a fracturas en las ramas mandibulares o en los cóndilos, asociándose, a veces, fractura de peñasco con lesión concomitante de oído. En estos casos, la TC con cortes axiales es demostrativa, aunque en ocasiones habrá que recurrir a reconstrucción en planos coronales y en 3D. En los 3 tipos de fracturas Lefort, el estudio con cortes axiales resulta imprescindible. Los cortes coronales están indicados sobre todo en los tipos I y II. En la fractura de la órbita por estallido se persigue detectar fracturas del techo, del suelo y de la pared interna de la órbita. Para ello el estudio con cortes axiales resulta adecuado (fig. 8-1). La sensibilidad (positivo a enfermedad) de la radiología simple para detectar procesos inflamatorios de los senos etmoidales, frontales y esfenoidales es muy baja (20-40 %). Por contra, la sensibilidad de la radiología simple (proyección de Waters) en la valoración de los senos maxilares es más alta (80 %). La capacidad de dar negativo el resultado de la radiología simple en un paciente que no tiene enfermedad (especificidad) es alta (95-100 %) en los 4 grupos sinusales descritos. Las superposiciones que concurren en la zona de interés hace que no se pueda valorar la intrincada anatomía del complejo osteomeatal, ni sus variantes, ni su permeabilidad, ni las posibles causas de obstrucción, como la existencia de tapones mucosos, formaciones de mucosa redundante o verdaderos

pólipos, hallazgos detectables con TC. Cuando la patología tiene reducidas dimensiones, el estudio inicial con radiología simple puede ser suficiente, sobre todo si se emplean diferentes proyecciones. La patología de mayor extensión, que no puede ser contenida en formatos estándares (panorámicas y oclusales), precisa de exámenes más completos, como la TC, en la cual sus relaciones con estructuras adyacentes quedarán incluidas y bien definidas (fig. 8-2). No se debe estudiar la caries con TC, pero tampoco debe obviarse este examen en patología de cierta extensión, donde si llega a una cortical adyacente, por ejemplo, se hace imperativo averiguar si esta sigue conservada o está adelgazada o infiltrada o simplemente protruida.

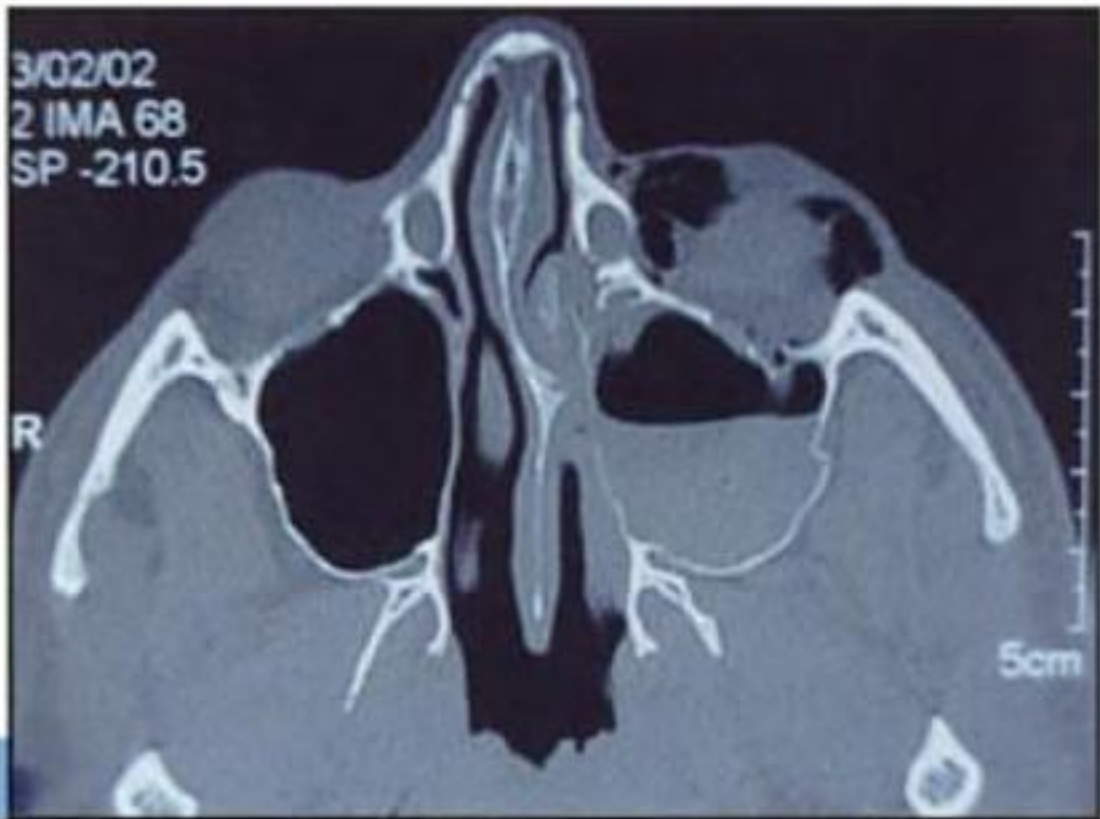


Figura 8-1

Tomografía axial computarizada. Corte axial a nivel de la órbita izquierda, donde se aprecia la fractura de la misma y la acumulación de sangre en el seno maxilar del mismo lado.

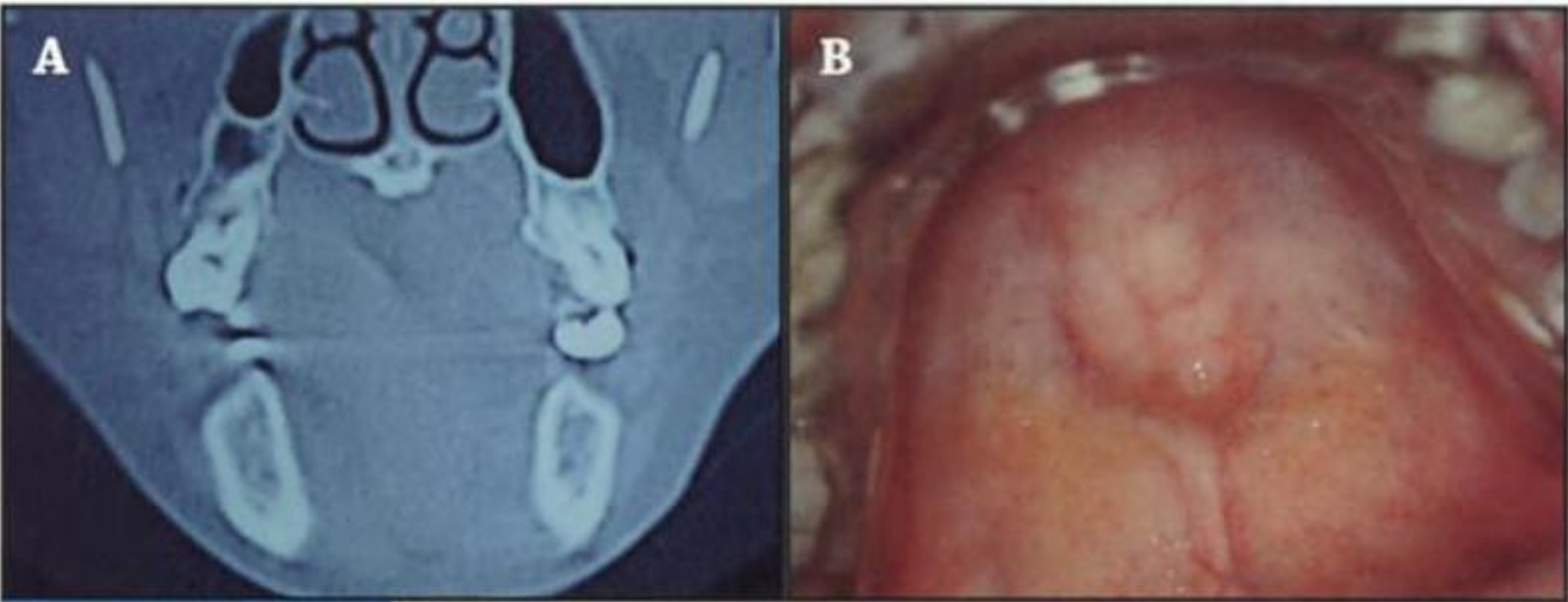


Figura 8-2

A) Tomografía computarizada. Corte frontal. Obsérvese la protuberancia palatina ósea correspondiente a un torus. B) Imagen clínica del mismo caso.

■ Tomografía computarizada en implantología

Todas las técnicas radiográficas descritas aportan información en la valoración implantológica, aunque no todas son capaces de dar toda la información precisa. Desde luego, con la TC se cubre por completo la demanda de datos. El estudio para la colocación de implantes requiere la identificación morfológica de la celda preimplantaria con la mínima distorsión posible y también datos de la calidad del hueso sobre el que se ha de actuar. Con la radiología convencional podemos llegar a formarnos una idea de estos parámetros. Se obtienen dimensiones algo magnificadas que, si son conocidas, simples cálculos de conversión pueden ajustar el tamaño radiográfico al real. En referencia al grado de mineralización o calidad ósea, en la pasada década de los noventa aparecieron varios índices útiles, como el índice C de E. Klemetti y el mandibular promulgado por K. Horner et al. La técnica intraoral que genera menos distorsión (diferencia del tamaño radiográfico con el real) es la que sigue la técnica de las paralelas. Su ejecución obliga al empleo de una distancia foco-placa mayor de 20 cm y a una alineación controlada con algún dispositivo localizador. La técnica de la bisectriz no sirve. Su aplicación se restringe al estudio de edentaciones parciales, con dientes adyacentes (sin ellos la colocación de la placa paralela a la cresta alveolar es muy aleatoria). Es evidente que las radiografías periapicales no determinan el grosor (vestibulolingual), de modo que deben complementarse con otra proyección en ángulo recto (proyección oclusal). El problema es que esta dimensión, de cresta a base del rodete óseo, no es uniforme en muchos casos a lo largo de toda su altura. Ello sucede sobre todo en el maxilar superior, donde, desde una base ancha y suficiente, se afila conforme se acerca a oclusal.

La utilidad de la ortopantomografía es grande, pues informa de la localización de estructuras como cresta alveolar, conducto dentario inferior, fosas nasales y suelo de seno maxilar. También resulta adecuada para determinar mediciones verticales, por ejemplo de cresta alveolar a techo del conducto dentario inferior. Sin embargo, estas facilidades deben tomarse con cautela. En general, todos los fabricantes admiten una magnificación constante de la imagen panorámica del orden del 20-30 %, según marca. Así, dividiendo la distancia ortopantomográfica obtenida por 1,2 o 1,25 lograríamos la dimensión vertical real, siempre que el paciente estuviera correctamente colocado en el ortopantomógrafo. La distorsión en las dimensiones horizontales es más anárquica y sus mediciones no son fiables. La razón de ello radica en la formación de la imagen ortopantomográfica, pues precisa de un movimiento rotacional, con centro cambiante, donde tubo y placa permanecen confrontados a lo largo del disparo (de unos 12-18 s). Así, la distancia foco-objeto y foco-placa y, lo que es más importante, la relación entre estas (que determina la distorsión radiográfica), no es la misma para las dimensiones verticales que para las horizontales. En las verticales, durante el disparo,

estas distancias y su relación resultan constantes, lo que se llama *proyección central*. En las horizontales, al variar de posición sobre un mismo plano horizontal, el foco no debe considerarse donde está físicamente, sino en el centro de rotación, mucho más cerca de la placa y del objeto, con lo que su relación, la distorsión horizontal, será diferente a la vertical. Además, tal como se ha apuntado, el centro no es único durante todo el disparo. Contenido en el mismo plano que el foco y la película, cambia su posición para lograr que el pasillo de corte de la radiografía panorámica se adecue a las arcadas dentarias, donde se localiza el plano de las estructuras de mayor interés en el estudio (los dientes). En resumen, la panorámica no sirve para calcular dimensiones horizontales (mesiodistales) y, por tratarse de un solo plano bidimensional, tampoco para las dimensiones vestibulolinguales. Para conocer con más exactitud la distorsión radiográfica en la zona implantaria, algunas clínicas preconizan el uso de un fantoma con marcas radiopacas de conocida longitud vertical (dimensión real) y la relacionan con la longitud radiográfica obtenida de ellas mismas. De ese modo consiguen el factor de conversión necesario para hallar con bastante exactitud la dimensión vertical real disponible receptora del implante. Para una mayor exactitud hay que cerciorarse de que estas marcas radiopacas, a la hora de hacer la ortopantomografía, se dispongan perpendiculares al haz y no oblicuas a él, pues medirían menos.

Con la TC se obtienen mediciones más exactas. La adquisición se hace a expensas de cortes axiales, inclinando la cabeza según la orientación del maxilar o de la mandíbula. Con el fin de que las reconstrucciones en sección de la zona de interés sean de alta resolución, es preciso partir de una gran información, que se obtendrá al practicar numerosos cortes, de 1 o 2 mm de espesor. Conviene que las reconstrucciones se faciliten en tamaño real en beneficio de la posterior medición. Además, la TC permite darnos una idea muy válida de la calidad del hueso receptor. Para ello se pide al radiólogo que realice mediciones densitométricas en el hueso alveolar receptor, sin incluir su cortical, mucho más densa. La densitometría vendrá expresada en unidades Hounsfield. Cada fabricante varía algo su número TC para un mismo tejido. Además, este número dependerá de la energía media del haz (KeV), no idéntico en cada fabricante. En conclusión, la exploración por TC se muestra insustituible en los desdentados totales, sobre todo en el maxilar superior y en extremos libres de maxilar y mandíbula.

Tomografía computarizada en patología tumoral

En los maxilares, la mayoría de las lesiones tumorales benignas o malignas pueden detectarse con radiología simple. En tumoraciones pequeñas, las radiografías periapicales, dada la pequeña distancia entre objeto radiografiado y película, ofrecen excelente resolución de imagen. Y para su localización espacial, en la mayoría de casos basta con 2 proyecciones en ángulo recto (ortopantomografía y

oclusal). Los tumores de mayor tamaño o aquellos que se extienden a senos maxilares o fosa nasal deben ser estudiados con TC. En estas cavidades, determinar si un tumor está infiltrando hueso adyacente debe ser una cuestión reservada para la TC, pues la radiografía simple incorporará demasiadas superposiciones, si es que abarca la lesión de forma completa. Los angiofibromas son tumores muy vascularizados y localmente agresivos. Deben estudiarse con TC con contraste endovenoso o con angiorresonancia. En ocasiones es difícil, incluso con TC con contraste, delimitar netamente el contorno de algunos tumores antrales o nasales; su tamaño, debido a la obstrucción del drenaje de la mucosidad, produce un estado inflamatorio crónico tal que dificulta la delimitación de su contorno.

Adenopatías cervicales. Tomografía computarizada frente a resonancia magnética

Se acepta que la exploración clínica es menos eficaz que el estudio por la imagen cuando se trata de la detección de adenopatías metastásicas. Los criterios clínicos son a veces subjetivos o de baja sensibilidad. Por otra parte, tanto las cadenas ganglionares retrofaríngeas como algunos grupos de la yugular interna cercana a la base del cráneo son inaccesibles a la palpación. Las exploraciones que contribuyen en mayor medida a su diagnóstico son la TC y la RM y, cuando son asequibles al transductor, es decir, superficiales y en manos de un ecografista experto, posiblemente la ecografía sea la exploración preferente. Ninguna de las 3 exploraciones tienen capacidad para detectar ganglios positivos cuando son muy pequeños (inferiores a 3 mm) y ello suscita el dilema de tratamiento profiláctico, quirúrgico o radioterapia en cuellos negativos, cuya tendencia actual se dirige hacia el conservadurismo y no intervención. Los criterios de malignidad por TC con contraste son:

1. Que la adenopatía sea grande, como mínimo de 10 mm de eje longitudinal. A partir de este tamaño, sólo un 10% de estos ganglios se deben a un proceso inflamatorio reactivo.
2. Observación de un bajo coeficiente de atenuación en la zona central, que en relación con la periferia del ganglio le da un aspecto de densidad heterogéneo. Ello traduce una zona de necrosis. Las infecciones también son capaces de generar áreas de necrosis central y la presencia de grasa, hipodensa, en la zona hilar de un ganglio hiperplásico puede simular malignidad.
3. La hipervascularización del ganglio metastásico se refleja, tras la inyección de contraste, en una cortical hiperdensa.
4. Como criterio menor, la morfología de los ganglios metastásicos es redondeada. Esto es especialmente cierto en los ganglios de nivel I, pues tienen facilidad en adoptar esta forma redondeada, tanto ante su malignización como

en la inflamación. Por tanto, a ese nivel, el reconocimiento de formas redondeadas no debe considerarse un criterio diagnóstico. Un ganglio cuya razón entre el diámetro longitudinal y transversal sea <2 tiene más posibilidades de ser maligno que si fuera >2 .

5. Es frecuente que los ganglios cervicales se muestren acompañados por otros dos o tres, sobre todo en caso de malignidad. A esto se denomina presencia de conglomerados.

6. La irregularidad del contorno y su mala definición traduce diseminación extracapsular e infiltración de estructuras adyacentes.

Parece que la TC tiene una eficacia algo superior a la RM, quizás debido a que los criterios de la TC con contraste están muy bien establecidos. En RM, el aspecto de los ganglios metastásicos necróticos y no necróticos y de los ganglios reactivos puede ser similar. Nuevos materiales de contraste, como el óxido de hierro, parecen potenciar la eficacia de la RM.

■ RESONANCIA MAGNÉTICA

La exploración por RM es comparable a la TC y a la ecografía, pues también se obtienen imágenes de una sección o corte. Es similar, porque a partir de una información potente (una serie de cortes) puede realizarse la reconstrucción en 3D. Las diferencias con la TC radican en que la RM: no precisa radiaciones ionizantes; representa mal el tejido óseo; los pacientes con objetos metálicos incorporados en su organismo (prótesis, clips quirúrgicos, marcapasos, etc.) no deben someterse al estudio, y el tiempo de adquisición de imagen por estudio es muy superior. Durante unos 20-40 min, el paciente se ve obligado a permanecer inmóvil dentro del túnel donde se le aplica el campo magnético. Esta situación resulta a veces angustiosa, claustrofóbica e incómoda, aun en los modernos equipos de túnel abierto. Los principios físicos de la RM son complejos y quedan fuera del alcance de este libro. Sin embargo, conocer las bases de esta técnica diagnóstica por la imagen ayudará a comprenderla e interpretarla. La RM se basa en el comportamiento del núcleo con *spin* no nulo, como el del hidrógeno, ya que nuestro organismo es rico en ellos. Sucede que cuando un núcleo contiene un número impar de protones o neutrones tiene un momento magnético no cero, no nulo, lo que genera un movimiento rotatorio alrededor de su eje (movimiento de *spin*), comportándose como un pequeño imán. En situación de reposo, en nuestro organismo, todos los *spins* están orientados multidireccionalmente. Pero si los sometemos a un campo magnético adecuado, como las agujas de las brújulas lo hacen con el norte del campo magnético terrestre, los *spins* se reorientarán de forma ordenada, de acuerdo con la dirección de dicho campo magnético externo (CME), dando lugar

al movimiento de precesión. Este es un movimiento rotatorio alrededor del eje del CME, algo así como el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol. La frecuencia del movimiento de precesión depende de la intensidad del CME y de la constante giromagnética del núcleo (ley de Larmor). La frecuencia Larmor para un núcleo de H sometido a un CME de un tesla (T) es de 42,58 MHz [1 tesla (T) = 10.000 veces el campo magnético terrestre].

En la actualidad, la RM utiliza imanes muy potentes, de 0,5 a 2 T, y está previsto aumentar esta capacidad en el futuro en beneficio del poder de resolución de la prueba. Cuando los núcleos de H quedan ordenados de acuerdo con el CME y reciben una señal de radio a su frecuencia Larmor, se reorientan a 90 y a 180° y la energía de la señal (pulso de radiofrecuencia) es absorbida por los núcleos (sólo lo hacen con las señales a frecuencia Larmor, ya que estas sí entran en resonancia con los núcleos).

La señal en resonancia magnética

De acuerdo con lo explicado hasta ahora, al desconectar el pulso de radiofrecuencia emitido a frecuencia Larmor a los núcleos de H de nuestros tejidos, estos se relajan, reorientándose de acuerdo con el CME y devolviendo la energía absorbida en otro pulso de radiofrecuencia. La energía de esta señal de relajación en forma de radiofrecuencia constituye la señal en RM. Una vez emitida será captada por la bobina (antena) de recepción. Se entienden dos formas (T1 y T2) de atender la señal de relajación. El tiempo de relajación transversal T1 se refiere al tiempo de transferencia de energía de protón a moléculas adyacentes (tiempo de relajación longitudinal o *spin*-malla). El tiempo de relajación longitudinal T2 es el necesario para que desfasen los ejes alineados transversalmente, referentes a *spin-spin*. T1 y T2 representan dos modos diferentes de medir el mismo fenómeno de relajación. Son característicos de cada tejido y de cada estado en que se encuentre. De su riqueza se comprende el alto poder discriminatorio de la RM para tejidos cuyas moléculas gozan de movilidad en el medio, como el agua y la grasa, que generan señales intensas e imágenes brillantes (fig. 8-3), y su relativa ineficacia para el hueso, con moléculas demasiado fijas que producen señal baja e hipointensa con imágenes oscuras.

Estudios de resonancia magnética en odontología

En el área dentomaxilofacial encontramos tejidos duros y blandos. La RM está especialmente indicada en el estudio de estos últimos. En esta región destacan el disco interarticular (menisco) de la articulación temporomandibular (ATM), las glándulas salivales mayores y algunas estructuras de interés estomatológico en el cuello (adenopatías cervicales).



Figura 8-3

Resonancia magnética (RM). Corte sagital. Obsérvese el alto poder discriminatorio de la RM para los tejidos blandos.

Resonancia magnética de la articulación temporomandibular

La alteración en la posición y morfología del menisco puede afectar la función normal de la ATM. Se trata de trastornos internos muchas veces con pérdida de la normal coordinación condilomeniscal. El diagnóstico se establece objetivando la posición del menisco en cada posición de la articulación (boca cerrada, máxima apertura y posición de reposo) y en ambos lados. Todos estos desplazamientos meniscales, tanto los que siguen un sentido anteroposterior como los mediolaterales (sólo objetivados en cortes coronales) se pueden diagnosticar con RM. A veces el disco desplazado se interpone al sentido del movimiento del cóndilo, lo que genera un obstáculo que puede impedir la completa apertura de la boca. Ahí el menisco bloquea el cóndilo y genera dolor. En situaciones de menor impedimento, el cóndilo logra saltar el menisco, quizás generando algún ruido o clic (en apertura) o también al volver a la situación de reposo (clic recíproco). Además, la trayectoria del movimiento condilar no será continua ni suave, sino que lo hará con alguna brusquedad o resalte cada vez que venza el obstáculo interpuesto (menisco). Cuando en un recorrido de apertura el disco termina en una posición normal con respecto al cóndilo, se dice que la fuerza de tracción hacia atrás, desde la zona bilaminar posterior, ha logrado recapturarlo. Cuando esto no sucede y el disco permanece delante del cóndilo, constituye un obstáculo, pierde su normal forma bicóncava, se apelotona, se fibrosa y has-

ta puede perforarse. Todas estas alteraciones de partes blandas de la ATM deben ser estudiadas por RM. La inyección de contraste en uno de los dos compartimentos articulares con posterior evidencia de paso de contraste al otro resulta una prueba inequívoca de perforación del disco. Esta prueba, la artrografía, es invasiva y dolorosa (requiere anestesia) y puede presentar el inconveniente de una reacción alérgica al yodo. Sin embargo, es la de mayor sensibilidad para detectar pequeñas perforaciones del menisco. La RM, por el contrario, no es invasiva y no utiliza radiaciones ionizantes. Por su elevado coste, su indicación debe limitarse a aquellos casos cuyos resultados logren influir activamente en el diagnóstico y manejo del paciente. Para la visualización del disco se utilizan imágenes ponderadas en T1, y para el estudio del derrame e inflamación articular, imágenes ponderadas en T2. Los estudios dinámicos de RM mediante adquisición rápida secuencial de la imagen del menisco pueden facilitar la información del estado y la posición del disco durante la apertura y cierre a un observador neófito, pero su coste añadido no supone ventaja para un radiólogo con experiencia (v. también cap. 14).

Resonancia magnética en la glándula parótida

La RM es la exploración que más información aporta al estudio de masas de partes blandas. Sin embargo, su precio condiciona que no sea de primera elección. La masa parotídea puede ser de origen inflamatorio, ectásico, litiásico, quístico, linfadenopático intraglandular y tumoral, circunstancias que pueden justificar el comienzo del estudio con radiología simple. Sin embargo, la mayoría de cálculos parotídeos son radiotransparentes, de modo que la ecografía queda plenamente justificada aun antes de los estudios radiográficos simples, ya que, siendo ambas pruebas económicas, la ecografía resulta más inocua que la radiología. Dado que todos los tumores son hipoecogénicos, es difícil discernir entre tumor benigno y maligno, de modo que se impone alguna otra técnica de imagen seccional, la TC o la RM. Es preferible la RM, por su mayor poder de discriminación para los tejidos blandos, estudiados en T1 y T2. Aun en el caso de llegar a un diagnóstico concluyente, siempre debe realizarse un estudio histopatológico (por punción aspirativa con aguja fina o mediante biopsia reglada). Los tumores de las glándulas salivales son poco frecuentes y representan sólo el 5 % de los de cabeza y cuello. No obstante, cuando ocurren, la parótida es un asiento preferente (85 %). En su mayoría son benignos (85 %). La variedad más frecuente es el adenoma pleomorfo (tumor mixto) y el 85 % de estos afectan al lóbulo superficial de la glándula, que conduce a una actitud quirúrgica más conservadora, limitada a la superficie y preservando el nervio facial. El estudio por la imagen no debe terminar aquí y la RM sigue siendo de gran ayuda en el seguimiento de estos pacientes, bien para descubrir recidivas (después de su extirpación pueden recidivar

hasta el 50 %) o malignización (un 5 % pasa a ser carcinomas ex adenoma pleomorfo). La imagen por RM de la glándula parótida normal se muestra homogénea, bien limitada, con señal hiperintensa (brillante o blanca) en la secuencia ponderada en T1 e intermedia (menos brillante o gris) en la secuencia ponderada en T2. En la patología tumoral benigna, por ejemplo en el tumor mixto, la imagen en T1 es hipointensa (no brillante o gris), pero hiperintensa en T2. La lesión tendrá un contorno bien limitado y regular. En los tumores de glándulas salivales malignos, la imagen suele ofrecer una consistencia heterogénea, de bordes irregulares, no encapsulada e infiltrativa (músculos masticatorios, paquete vasculo-nervioso), con señal hipointensa en T1 y también en T2. Es justamente esta señal en T2 el carácter diferencial más notable entre malignidad y benignidad. Los tumores de alto grado de malignidad (muy celulares) poseen menor intensidad de señal. Por otra parte, si el tumor mixto presenta focos de baja intensidad de señal (áreas oscuras), suelen corresponder a fibrosis o calcificaciones. Además, la RM consigue la exacta delimitación (irregular si es maligno) del tumor, tanto si es periglandular como intraglandular (relacionándolo con el nervio facial). También identifica la presencia de posibles adenopatías metastásicas regionales y contribuye a la valoración en el seguimiento del paciente, descartando recidivas tumorales o fibrosis posquirúrgicas. La RM constituye el método por la imagen de primera elección para el diagnóstico de los tumores malignos que afectan a las glándulas salivales (v. también cap. 15).

ECOGRAFÍA

También llamada ultrasonografía, es la exploración que utiliza los ecos de los ultrasonidos al chocar contra diferentes tejidos. El oído humano es capaz de percibir sonidos cuya frecuencia se sitúe entre 20 y 20.000 Hz. A partir de los 20.000 Hz comienza el rango de los ultrasonidos. En los tejidos, su penetración disminuye a medida que aumenta la frecuencia, así que las frecuencias altas, del orden de 7,5 a 10 MHz, son las idóneas para estudiar órganos superficiales; por ejemplo vasos superficiales, glándula parótida y adenopatías cervicales. Los ecógrafos actuales son muy sofisticados. Son capaces de ofrecer una alta calidad de imagen en tiempo real, de determinar la velocidad de la sangre circulante por un vaso gracias al fenómeno *doppler color*, de determinar el sentido del flujo sanguíneo, de realizar mediciones exactas mediante el posicionamiento de cursores. Todo ello se observa en un monitor y se guarda en los habituales soportes informáticos.

La rutina normal de exploración es como sigue: el explorador estudia la imagen en tiempo real, congela y guarda las imágenes oportunas y de estas selecciona las más significativas, adjuntándolas a su dictamen. Las imágenes son secciones que se producen según la orientación del transductor en íntimo contacto

con la piel. Estos cortes no son necesariamente axiales por convención, como en la TC o en la RM, sino que dependen del juego de muñeca del operador. Por tanto, esta exploración depende mucho del operador. Aunque, claro está, hay cortes básicos para cada órgano que se debe estudiar, el explorador debe conocer en todo momento la incidencia más eficaz según la anatomía que tiene que descubrir, junto con sus variantes. La abundancia de proyecciones oblicuas es alta. Las válidas son las más demostrativas.

El aparato que emite los ultrasonidos (efecto piezoeléctrico) se llama transductor, porque es capaz de convertir energía eléctrica en mecánica y viceversa. El transductor de uso diagnóstico cumple con dos funciones:

1. Emite pulsos acústicos en el rango de ultrasonidos.
2. Recibe los ecos reflejados de aquellos pulsos según los diferentes tejidos explorados, convirtiéndolos en señales eléctricas para su procesamiento.

No se han descrito efectos biológicos adversos en el empleo de exploraciones diagnósticas.

La señal en ecografía

Es justamente el eco reflejado. Que un tejido refleje mejor o peor los ultrasonidos dependerá de su diferente densidad respecto a la de la estructura adyacente (interfases). El agua, y en general todo fluido, no es reflexógena, sino excelente transmisora. Por no producir ecos, a su imagen se la llama anecoica y, en una escala de grises, se muestra negra. Así se ve el contenido de los quistes y el de los vasos, la sangre. A continuación de toda colección líquida se da un refuerzo acústico, debido a la mayor intensidad del haz ultrasónico distal a la estructura líquida, generando en consecuencia ecos más fuertes posteriormente. La litiasis es refractaria al paso de los ultrasonidos; su imagen será blanca, hiperecoica, y tras ella se dará un eclipse del haz (sombra sónica). El aire también es hiperecoico. Las densidades del cálculo y del aire son muy diferentes respecto a la del medio en que se encuentran (interfases marcadas). Por ello reflejan y no transmiten, debido a su densidad intrínseca, muy alta en uno y muy baja en el otro. Por esta misma razón, fascias musculares y paredes de vasos resultan hiperecoicas, dibujándose nítidamente y aun generando imágenes artefactuales brillantes en caso de que el eco vuelva a refractarse debido a otro tegumento cercano (reverberación). Conocida la velocidad de transmisión del sonido (1.540 m/s), es sencillo calcular la distancia a la que se encuentran determinadas estructuras a partir del tiempo que tarda en llegar el eco al transductor. Si la estructura referida está en movimiento, por ejemplo pilas de hematíes, sabiendo a la distancia que se encuentran en el momento 1 y en un momento posterior 2, y teniendo en cuenta el

ángulo de incidencia del haz ultrasónico, el aparato puede indicar la velocidad a la que circulan los hematíes, o, lo que es lo mismo, la sangre que los contiene. Este es el principio del *doppler*, inicialmente pensado para calcular distancias entre estrellas (también en movimiento). Además, se puede obtener el registro gráfico de este movimiento en sístole y en diástole. Cuando la velocidad pico cae bruscamente es debido a que el tejido irrigado ofrece cierta resistencia; cuando la pendiente telesistólica es suave, el índice de resistencia es escaso, como sucede en todos los órganos parenquimatosos llamados nobles, como cerebro o hígado. Índices de resistencia altos son propios de tejidos musculares o de tejidos nobles sometidos a superior tensión que la habitual, edematosos. Estos índices contribuyen a diferenciar vasos. La carótida interna, cuya sangre se dirige a tejidos encefálicos, tiene un índice de resistencia bajo, con pendiente suave, mientras que la carótida externa, hacia la musculatura facial, lo tiene alto.

Ecografía en adenopatías cervicales

Al tratarse de estructuras superficiales, se exploran con transductor de alta frecuencia. El empleo del *doppler color* resulta imprescindible. El valor de la ecografía es hoy incuestionable, con los actuales equipos de alta resolución, por la gran accesibilidad de los ganglios, el bajo coste económico de la exploración y por su inocuidad. La sensibilidad de la prueba para diagnosticar adenopatías metastásicas en manos expertas es alta, quizás más alta que la TC o la RM. Los criterios en que se basa el análisis de malignidad son:

1. La infiltración metastásica afecta principalmente a la cortical del ganglio, determinando una ecoestructura heterogénea, agrandamiento del órgano en cuestión (algunos autores sitúan el valor límite de la hiperplasia en 8 mm, otros en 10 mm), y su forma, primariamente ovalada, se torna redondeada. Frente a un ganglio agrandado, con relación entre sus diámetros mayor (L) y menor (S) según $L/S = 2$, diremos que el ganglio es claramente ovalado y ahí la sensibilidad para el diagnóstico de hiperplasia reactiva llega hasta el 93 % y su especificidad al 80 %. Esto es especialmente cierto para todos los ganglios cervicales, excepto los submentonianos y submandibulares, pues éstos tienen una natural tendencia a la redondez.
2. Con la ayuda del *doppler color* se puede estudiar la hipervascularización de su corteza. Abundantes señales *doppler color* en la cortical hacen pensar en metástasis, así como el adelgazamiento del hilio o hilio excéntrico. Por el contrario, un hilio central muy ecogénico es propio de inflamación, sin otros signos de redistribución vascular.
3. Un ganglio normal es hipoecogénico, el afectado por linfoma también y su distinción con la adenopatía inflamatoria puede ser imposible. Su ecoestruc-

tura es homogénea, mientras que el metastásico de carcinoma epidermoide tiene ecoestructura heterogénea, con probables áreas de necrosis anecoicas. 4. En el caso de ganglios inflamados por enfermedad granulomatosa pueden observarse calcificaciones.

Ninguna técnica de imagen resulta útil para determinar la extensión extracapsular en ganglios menores de 1 cm. El estudio de una adenopatía sospechosa de malignidad debe continuar con el análisis citológico mediante punción y aspiración con aguja fina con control ecográfico.

Ecografía en glándulas salivales

La inflamación es el proceso patológico más frecuente. En la inflamación aguda existe contraindicación formal en realizar sialografía por el peligro de diseminación retrógrada. Durante la infancia es prevalente la parotiditis vírica y en la edad adulta los agrandamientos son debidos con frecuencia a parotiditis bacteriana por *Staphylococcus aureus* y a situaciones sialectásicas por cálculo. En la inflamación de una glándula, la ecografía muestra una imagen agrandada, hipoecogénica y de ecoestructura algo heterogénea, debido al edema reactivo. En las formas crónicas hay mayor heterogeneidad en la ecoestructura, con posibles signos de ectasia en el sistema ductal, adoptando aspecto de pequeñas y múltiples densidades hiperecogénicas que se atribuyen a tapones mucosos en los ductos. En el síndrome de Sjögren la diferenciación con la inflamación crónica es difícil, pues también se observan signos de ectasia ductal diseminada, aunque en la forma autoinmune llegan a organizarse en múltiples áreas quísticas diseminadas (focos múltiples dispersos por toda la glándula hipoecoicos o anecoicos). Con *doppler color* se observa aumento difuso de las señales de flujo, propio de su hipervascularización difusa. La ecografía en la sialolitiasis y en la sialoectasia llega al 94 % de sensibilidad y 100 % de especificidad. Por ello, la ecografía es de primera elección en la mayoría de servicios de radiología oral. La sialolitiasis es más frecuente en la glándula submandibular, donde los cálculos suelen mostrarse radiopacos a la radiología simple (oclusal), mientras que en la parótida aparecen transparentes. En todos los casos son hiperecoicos con sombra posterior, por ecografía. La sensibilidad de la ecografía para tumores o masas parotídeas (cuando se sitúan en el lóbulo superficial) es del 100 %. El tumor más frecuente es el adenoma pleomorfo (tumor mixto), que asienta en la parótida superficial, accesible a la ecografía. Su aspecto es el de una masa bien limitada, hipoecogénica (como todos los tumores de glándulas salivales), de estructura homogénea y con refuerzo posterior. La irregularidad en su contorno, heterogeneidad ecoestructural y aumento más o menos rápido del tamaño deben alertar hacia la degeneración maligna (5 %).

Para el diagnóstico por la imagen de tumores glandulares salivales la prueba más indicada es la RM. Antes, si la masa es superficial, se aconseja confirmar la sospecha clínica mediante ecografía, que además podrá orientar hacia la benignidad o malignidad, a su situación intraglandular, su tamaño y relación con el nervio facial (v. también cap. 15).

MEDICINA NUCLEAR

Hasta aquí se han expuesto las técnicas dirigidas a obtener imágenes macro-morfológicas. Estas aportan información de la forma y tamaño del órgano que se estudia, que la patología puede variar, suscitando el diagnóstico. Cada vez más estas exploraciones morfológicas orientan hacia el estado funcional, en mayor o menor medida. Ello es comprensible, pues su poder de discriminación es progresivamente más alto; forma y función representan un binomio difícilmente divisible, de modo que un estudio morfológico de alta capacidad aporta también datos funcionales. Son ejemplos la tomodensitometría, en el caso de la TC; diversas intensidades de acuerdo con la adquisición en T1 o T2, en el caso de la RM, y la diferente capacidad para devolver o transmitir ultrasonidos, en el caso de la ecografía. Son pruebas esencialmente morfológicas, pero también aportan datos funcionales. En medicina nuclear pasa al revés. Apenas aporta datos morfológicos, pero su poder para estudiar parámetros funcionales del órgano en que se trate es excepcionalmente alto. Representa la exploración ideal para aquellas situaciones fisiopatológicas con escasa capacidad de modificación morfológica. Genera la imagen funcional por excelencia. En medicina nuclear, la señal a partir de la cual se genera la imagen es la radiación ionizante (rayos γ) procedente del acúmulo específico del radiofármaco administrado al órgano que se debe estudiar. El aparato que se encarga de captar la señal suele ser una gammacámara de centelleo o cámara de Anger, en honor a su inventor (1960). Esta utiliza la propiedad fosforescente del cristal inorgánico de yoduro de sodio activado con talio [INa(Tl)]. Convierte la radiación en energía lumínica, que es potenciada en el fotomultiplicador y transformada en el fotocátodo en un pulso electrónico relativamente grande, proporcional a la energía del fotón incidente que ha absorbido el cristal. En los años setenta del pasado siglo comenzaron las técnicas tomográficas y se obtuvieron imágenes seccionales de un determinado volumen a estudio a partir del cual se precisaban un mínimo de 2 gammacámaras, que, dispuestas en un sólido armazón mecánico (*gantry*), giraban alrededor del paciente durante la adquisición de la señal. Ello marcó el inicio de la tomografía computarizada por emisión de fotones simples (SPECT). Los actuales SPECT pueden ofrecer imágenes en 3D, se pueden girar y así apreciar mejor el volumen de interés.

Es la radiactividad que emerge del propio órgano objeto de estudio. Este capta (dado el metabolismo de sus células) elementos estructuralmente iguales a los que en la normalidad viene adquiriendo, pero con la particularidad de que no son estables; es decir, sus componentes (protones, neutrones y valor energético) no están en equilibrio, por tratarse de radiofármacos expresamente excitados e inestables. No obstante, dada su estructura, son específicamente coleccionados por el tejido en cuestión y, una vez ahí, su natural tendencia a la estabilidad hace que se desexciten; liberan su energía sobrante en forma de radiación γ y con ello vuelven a la situación basal de equilibrio. La actividad del radiofármaco se mide por el número de desintegraciones por unidad de tiempo y se expresa en unidades Becquerel (Bq):

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ desintegración/min}$$

Se utilizan los múltiplos propios del sistema decimal (mega 10^6 , giga 10^9 , etcétera) (v. tabla 1-1). La administración de $3,7 \times 10^8$ Bq de pertecnetato de tecnecio 99 metaestable (^{99m}Tc) libera una dosis de absorción a todo el cuerpo de 1 mGy. Se trata, por tanto, de la utilización del fenómeno de la radiactividad inducida por un isótopo de un elemento que le es propio. Se denomina isótopo al elemento que, teniendo el mismo número de protones (número atómico), tiene distinto número de neutrones (N) y por lo tanto distinto número másico (A):

$$A = Z + N$$

La nomenclatura de los elementos se especifica por el símbolo X y el número másico A como superíndice a la izquierda y el número atómico Z como subíndice a la izquierda, de la siguiente forma: ${}_Z^AX$. Así, son ejemplos concretos: ${}_1^1\text{H}$ (hidrógeno 1), ${}_6^{12}\text{C}$ (carbono 12), ${}_8^{16}\text{O}$ (oxígeno 16). El hidrógeno presenta 3 isótopos: ${}_1^1\text{H}$ hidrógeno 1, ${}_1^2\text{H}$ hidrógeno 2 (deuterio), ${}_1^3\text{H}$ hidrógeno 3 (tritio).

En los comienzos de la medicina nuclear, los elementos inyectados a partir de los cuales se podría conocer o trazar (por eso se llaman radiotrazadores) su acúmulo en el órgano diana eran únicamente isótopos radiactivos y más adelante se produjeron radiotrazadores más complejos, formados por una molécula propia del órgano de estudio, unida a un radioisótopo adecuado. Es comprensible que en la producción de radiotrazadores se procure la mayor especificidad posible de acumulación en el órgano diana, permaneciendo en él el tiempo indispensable para realizar su objetivo y que sea capaz de emitir suficiente radiación γ (señal) con un rango de energía de 159 KeV, durante un corto tiempo (período de semidesintegración).

En la actualidad el ^{99m}Tc es uno de los radioisótopos más empleados, pues tiene un período de semidesintegración corto, pero suficiente. Resulta económico y es versátil, ya que puede combinarse con diferentes moléculas fisiológicas con destino a respectivos órganos diana. Así, el ^{99m}Tc -metilendifosfonato se dirigirá al hueso y el ^{99m}Tc -pertechnetato a la glándula tiroides, entre otras, y la ^{99m}Tc -albúmina es atrapada por los capilares pulmonares, para la gammagrafía pulmonar.

El desarrollo de nuevos radiotrazadores hace que en la actualidad sólo puedan marcarse con isótopos emisores de positrones, consecuencia de la interacción tipo creación de pares. En este caso su energía será muy superior, del orden de 511 KeV, como corresponde a cada una de las partes (electrón y positrón) creadas por bombardeo de un fotón de energía doble (1,02 MeV). Dichas partículas sólo pueden conseguirse en ciclotrones y, por su vida media corta y alto coste de obtención, su utilización se limita a centros hospitalarios cercanos a la instalación del ciclotrón. Es el caso de la tecnología más novedosa en medicina nuclear: la tomografía por emisión de positrones. Esta permite cuantificar la actividad en forma absoluta dentro de los tejidos del paciente; es decir, que si se emplea glucosa marcada como radiotrazador, podemos determinar el consumo de glucosa en un área determinada del cerebro.

Estudios de medicina nuclear en odontología

En nuestra área las exploraciones gammagráficas de mayor interés son las correspondientes al estudio de las glándulas salivales y del tejido óseo:

Gammagrafía salival. Se valoran las glándulas parótidas y sublinguales. El resto no, por su escasa capacidad de concentración del radionúclido. Una vez inyectado el bolo con el radiotrazador más habitual (^{99m}Tc -pertechnetato), se puede realizar una primera valoración del flujo sanguíneo de las glándulas salivales practicando una adquisición inicial rápida durante los primeros minutos. A continuación se valora la fase parenquimatosa y finalmente la fase excretora, administrando un estímulo gustativo como el limón o un sialogogo como la pilocarpina. Para disminuir la irradiación tiroidea se puede inyectar perclorato potásico al finalizar la exploración. La mejor justificación de la exploración gammagráfica salival se encuentra en la xerostomía. Entre sus causas destaca el síndrome de Sjögren. La confirmación de su diagnóstico se realiza por anatomía patológica, determinando la presencia de focos inflamatorios linfocitarios (que son los que destruyen las glándulas exocrinas), en pequeñas áreas de tejido explorado (unos 4 mm², generalmente de glándulas salivales menores labiales). La xerostomía, que es el síntoma de sospecha, se puede valorar gammagráficamente conforme a la alteración de la captación y de la excreción, que estarán tanto más disminuidas cuanto mayor sea la gravedad del proceso. Hay que comprender que la sensibilidad

de la gammagrafía para determinar déficits de captación y secundariamente de excreción no es alta, pues depende de la masa acinar normofuncionante y los cambios gammagráficos sólo se apreciarán a partir de un 25 % de destrucción acinar. La captación y excreción pueden valorarse en moderada o gravemente disminuidas. La captación se considera retrasada si sucede más allá de los primeros 15 min tras la inyección del radiofármaco y la excreción (aparición de actividad en la boca) se considera retrasada más allá de los 30 min iniciales. Lógicamente, cuanto más retrasados sean ambos hallazgos, mayor gravedad presenta la lesión. La diferenciación gammagráfica en caso de sialoadenitis crónica es difícil. En ella los retrasos son menores, debido a un menor número de glándulas implicado, y la captación y la excreción no se ven siempre necesariamente afectadas, como en el síndrome de Sjögren. Otra causa de retraso en la captación por destrucción acinar se observa en las secuelas de la irradiación, como efecto adverso tardío. En patología tumoral se recomienda el estudio por RM, más que el gammagráfico. La administración de nuevos trazadores puede ayudar a dilucidar el dilema entre patología tumoral benigna y maligna. Se ha observado que una lesión captante de talio es sospechosa de malignidad, mientras que si capta pertecnetato y galio, lo es de benignidad (v. también cap. 15).

Gammagrafía ósea. Es una de las exploraciones más empleadas en medicina nuclear. El radiotrazador más utilizado es el ^{99}TC -difosfonato. Su eficacia ha aumentado con los aparatos dotados de 20 o más gammacámaras rotatorias, capaces de generar estudios seccionales (SPECT). En una fase temprana se puede estudiar la vascularización, cuando el radiofármaco está aún en sangre. La fase ósea tiene lugar a partir de las 2 h después de la inyección. La excreción se realiza por vía urinaria y la insuficiencia renal empobrece la calidad de las imágenes. El estudio de la pelvis debe hacerse tras el vaciado de la vejiga, ya que la colección de orina representaría un acúmulo del radiotrazador (zona caliente) capaz de solapar otras imágenes de mayor interés. Algunas enfermedades y lesiones óseas maxilofaciales pueden justificar plenamente el uso de la medicina nuclear. Dado que la gammagrafía tiende a detectar sobre todo la actividad osteoblástica, está indicada en procesos que cursan con tal característica, por ejemplo ante la sospecha de metástasis blásticas. En ellas la imagen gammagráfica demuestra un acúmulo del radiotrazador en forma de foco único o difusamente distribuido a lo largo de todo el esqueleto axial, sin visualización en riñones ni vejiga (ya que el radiofármaco es totalmente atrapado por el hueso, sin que pueda ser excretado). Por último, lo más frecuente es observar focos de actividad osteoblástica con predominio en el esqueleto axial y no confinados en zonas articulares. Las imágenes gammagráficas frías traducen lesiones líticas como las del mieloma múltiple o la metástasis del carcinoma de células renales. La frecuencia de aparición de metástasis de carcinoma de próstata aumenta con su estadificación y con el incremento del antígeno específico prostático. Su loca-

lización preferente es el esqueleto axial y la pelvis, de modo que resulta aconsejable desproyectar la vejiga para su investigación. Aunque la afectación metastásica de los maxilares supone menos del 1 % de las lesiones localizadas en el resto del organismo (esqueleto axial), existe consenso en practicar estudio gammagráfico para la detección de metástasis de carcinoma de mama en estadios III y IV, dada su alta prevalencia. Habitualmente, el diagnóstico de las lesiones óseas primarias se hace mediante radiología y pruebas con TC y RM, dejando a la gammagrafía el objetivo de metástasis. El osteosarcoma es el tumor óseo maligno más frecuente, pero su localización en maxilares es rara (7 %). Con mayor frecuencia aparecen en metáfisis de huesos largos. La edad de presentación en maxilares gira alrededor de los 35 años, unos 10 años más tarde que si lo hiciera en el resto del esqueleto. El sarcoma de Ewing es aún más infrecuente y la edad de aparición es de unos 10 años antes que la propia para el osteosarcoma. La gammagrafía en la patología metabólica (enfermedades sistémicas que presentan alteración generalizada del metabolismo óseo, por ejemplo osteoporosis, hiperparatiroidismo, enfermedad de Paget) puede mostrar ciertos patrones de hipercaptación (en esqueleto axial, calota y mandíbula, articulaciones condrocostales, esternón y extremidades), ofreciendo a veces un aspecto gammagráfico normal, aunque de inusual alta calidad (con contraste aumentado a favor de la captación ósea respecto a la de los tejidos blandos). En la enfermedad de Paget, sobre todo en formas monostóticas o poliestóticas limitadas, con niveles séricos de fosfatasa alcalina normal (en otras presentaciones normalmente está aumentado), la gammagrafía puede ser diagnóstica y representar el único método objetivo para valorar el tratamiento. Aun en fases iniciales de reabsorción ósea predomina el aumento de captación del radiotrazador en los huesos más frecuentemente afectados, como el cráneo, coxales, columna vertebral, fémures y tibias. La hipercaptación en mandíbula se ha descrito con el apodo de *signo de la barba negra*. Puede resultar difícil la diferenciación entre la enfermedad pagética con la coexistencia de otras entidades, como metástasis, colapsos vertebrales por fractura patológica y la degeneración sarcomatosa de una lesión pagética, donde la TC con ventana ósea y la biopsia pueden ser aclaratorias. De cualquier forma, la gammagrafía ósea ha demostrado mayor sensibilidad para el diagnóstico de esta entidad que la radiología simple, mientras que las lesiones escleróticas y no activas dan radiología positiva con gammagrafía negativa.

En el hiperparatiroidismo secundario a insuficiencia renal se produce hipocalcemia, debido a un incremento del recambio óseo, que determina aumento de la incorporación del radiotrazador en *patrón de superscan* (generalizado en esqueleto axial y apendicular, sin hacerlo en siluetas renales). La captación puede hacerse más intensa en la mandíbula, la calota craneal y el resto del esqueleto axial, con retención aumentada del trazador (más de 24 h).

- De Freitas A, Rosa JE, Faria e Souza I.** Radiologia odontológica. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.
- Donado A, Guisado B, Ortega R, Sanz JV.** Anatomía implantológica. Bases morfológicas y su aplicación clínica en implantología dental. Barcelona: Ars Medica, STM editores, 2003.
- Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW.** Effective dose and risk assessment from film tomography used for dental implants diagnostics. *Dentomaxillofac Radiol* 1994;3:123-7.
- Finestres F.** Protección en radiología odontológica. Barcelona: Ediciones U.B., 2004.
- Finestres F, Chimenos E.** Radiología odontológica y diagnóstico por la imagen. En: Chimenos E (ed.). *La historia clínica en odontología*. Barcelona: Masson, 1999.
- García J.** Criterios clínicos para exposiciones médicas y dosis de referencia en el Servicio Gallego de Salud. *Seguridad Nuclear* 2003;28:17-23.
- Lee JK, Sagel SS, Stanley RJ, Heyken JP.** Body TC, correlación RM. Madrid: Marban, 1999.
- White SC, Pharoah MJ.** Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

paciente se puede averiguar, por ejemplo, si se realizó una endodoncia bajo una determinada corona protésica o si la ausencia en la arcada de un tercer molar se debe a su exodoncia, descartando la posibilidad de inclusión o agenesia. También debe tenerse en cuenta, en esta situación, que el paciente, a menudo, desconoce los detalles de su historia odontológica. La exploración radiológica es necesaria, cuando la anamnesis y la exploración clínica no proporcionan suficiente información para valorar completamente la situación del paciente y no bastan para decidir un plan de tratamiento adecuado. La exploración radiológica sólo se debe realizar cuando el paciente pueda beneficiarse de la información clínica aportada por la radiografía.

Papel de las radiografías en la detección de enfermedades y en su evaluación

La información diagnóstica proporcionada por las radiografías supondrá un beneficio para el paciente si modifica la conducta del odontólogo o le muestra alguna alteración que requiera tratamiento y que fuera desconocida hasta ese momento. La exploración radiológica conlleva el riesgo de daño, por tratarse de exposición a una radiación ionizante. El medio más eficaz para reducir el posible daño es evitar hacer radiografías que no vayan a aportar información beneficiosa para el paciente. El criterio para decidir la realización de exámenes radiológicos depende de varios factores:

1. Prevalencia de las enfermedades que pueden detectarse radiológicamente en la cavidad oral.
2. Capacidad del médico para detectar esas enfermedades clínica y radiológicamente.
3. Consecuencias de las enfermedades no detectadas y no tratadas.

En los siguientes apartados se aportan algunas pautas para obtener radiografías en diversas situaciones clínicas. En cada caso el dentista debe tomar la decisión acerca del tipo y la frecuencia de los exámenes radiológicos para cada paciente.

Caries

La caries es la enfermedad dental más común. Las tasas de prevalencia de caries en los países desarrollados han disminuido desde el comienzo de la utilización de flúor. Sin embargo, el aumento del número de ancianos que mantienen sus dientes a lo largo de su vida hace que se incrementa el riesgo de desarrollar caries de la corona y de la raíz. Estos factores refuerzan la necesidad de seleccionar individualmente las radiografías más adecuadas en función de la edad y la salud oral de cada paciente. Las caries oclusales, vestibulares y linguales son razona-

sión gingival y pérdida ósea alveolar, son más frecuentes en adultos de más edad. La enfermedad periodontal es responsable de una cantidad sustancial de pérdida de dientes. Existe un consenso entre los clínicos de que los exámenes radiológicos desempeñan un papel importante en la evaluación de los pacientes con enfermedad periodontal. Además de proporcionar una imagen de la extensión del soporte alveolar óseo de los dientes, los exámenes radiológicos ayudan a mostrar factores locales que pueden complicar la enfermedad, incluyendo la presencia de factores irritantes de la encía como cálculos y restauraciones defectuosas. En ocasiones, la longitud y morfología de las raíces son factores cruciales que aparecen en las placas periapicales. Estas observaciones sugieren que es adecuado realizar radiografías cuando existe evidencia clínica de enfermedad periodontal distinta a gingivitis inespecífica, para ayudar a establecer la gravedad de la enfermedad. El empleo de radiografías de seguimiento después de completar el tratamiento es un procedimiento recomendado para supervisar la progresión de la enfermedad y determinar si se ha detenido la destrucción del hueso alveolar.

■ Patología periapical

El objetivo del examen radiográfico de la patología periapical es identificar estructuras dentoalveolares con riesgo o ya afectadas de enfermedades apicales. Por ello el examen radiográfico debe incluir el diente y las estructuras adyacentes. Si no se identifica patología periapical cuando existen signos clínicos, se requerirá un examen más exhaustivo (p. ej., para descartar una fractura radicular) o habrá que valorar posibilidades diagnósticas alternativas. La selección del paciente para realizar el examen radiográfico se realizará, como siempre, teniendo en cuenta su historia y la exploración clínica. Se considerarán pacientes de riesgo de patología periapical aquellos que presenten, junto a una historia de dolor o inflamación en relación con una zona donde en la exploración se localiza una caries, grandes o comprometidas restauraciones, o con un tratamiento endodóncico previo. Las radiografías periapicales son las más apropiadas para la detección de patología periapical y se deberán realizar con la técnica de paralelización. La identificación de patología que se extienda más allá del área de la radiografía intraoral debe explorarse de una forma alternativa, como puede ser mediante una radiografía oclusal, una proyección panorámica o una oblicua. Además de la patología de origen dentario o del tejido periodontal, se pueden encontrar otros tipos de patología. La importancia de este tema merece tratamiento aparte (v. cap. 12).

■ Anomalías dentales

La formación anormal del diente puede manifestarse por alteraciones en el número, el tamaño y la forma. Estas anomalías en el desarrollo dental ocurren con menor frecuencia en la dentición temporal que en la permanente. El resultado de una anomalía dental en la dentición permanente es más grave, y puede re-

ta que se desarrollan los signos y síntomas. Aunque las consecuencias de algunas enfermedades ocultas pueden ser bastante graves, son infrecuentes las enfermedades graves distintas a caries y enfermedad periodontal. A menudo un signo o síntoma de enfermedad intraósea sugiere su presencia. Por ejemplo, un contorno inusual del diente o un tercer molar ausente no explicados por extracción sugieren la posibilidad de una impactación con el consiguiente riesgo de quiste dentígero. Sin embargo, la historia del paciente y los signos y síntomas clínicos no siempre predicen con precisión el hallazgo de un problema dental e intraóseo. La mayoría de estas enfermedades ocultas no son clínicamente relevantes o son tan raras que, excepto para la caries descrita previamente, uno no debe realizar una exploración radiológica de las arcadas sólo para buscar una enfermedad oculta en individuos dentados en ausencia de historia del paciente o de signos y síntomas clínicos infrecuentes. La caries es la excepción, porque su prevalencia es mucho más alta que la existente con las otras enfermedades ocultas. La situación también es distinta para los pacientes edéntulos. En este grupo de pacientes, el elevado número de problemas dentales justifica la exploración radiológica inicial para buscar la enfermedad oculta. Los pacientes edéntulos tienden a ser individuos de edad avanzada, que pueden estar médicamente comprometidos y presentar un riesgo mayor de enfermedad oral acompañante.

Patología de los maxilares

Es importante observar las lesiones conocidas en los maxilares como enfermedades fibroósas o neoplásicas, antes de la biopsia y el tratamiento definitivo. Para las lesiones pequeñas en los maxilares, pueden ser suficientes las radiografías periapicales y panorámicas, siempre que la lesión se vea en su totalidad. Si existe evidencia clínica de hinchazón, deberá realizarse algún tipo de radiografía a 90° del plano original, para detectar la expansión por la mandíbula y la perforación del hueso cortical vestibular o lingual. Si las lesiones son demasiado grandes para caber en una película dental estándar, se extienden por el seno maxilar o en otras partes de la cabeza fuera de la mandíbula, o se sospecha malignidad, es adecuada la realización de exploraciones adicionales, tales como tomografía computarizada (TC) antes de la biopsia. Este tipo de exploración puede definir la extensión de la lesión, sugerir un enfoque quirúrgico y proporcionar información acerca de la naturaleza de la lesión. Siempre debería ser la persona que realice la biopsia o el tratamiento del paciente quien pida las exploraciones adecuadas para disminuir la confusión y aumentar la coordinación del cuidado.

Articulación temporomandibular

Una amplia variedad de enfermedades afectan a la articulación temporomandibular (ATM), incluyendo malformaciones congénitas y del desarrollo de la

mandíbula y de los huesos craneales; enfermedades adquiridas tales como desplazamiento discal, neoplasias, fracturas y luxaciones; enfermedades inflamatorias que producen capsulitis o sinovitis y artritis de varios tipos, incluyendo reumatoide y osteoartritis. El objetivo de la exploración de la ATM, similar a la exploración de otras partes del cuerpo, debe ser el de obtener nueva información que puede influir en el tratamiento del paciente. Puede ser innecesaria la exploración radiológica en todos los pacientes con signos y síntomas referibles a la región de la ATM, particularmente si no se va a realizar tratamiento. La decisión de si se hace esta exploración y cómo ver las articulaciones depende de los resultados de la historia clínica, el diagnóstico clínico y los resultados de exploraciones previas, al igual que del plan de tratamiento y del resultado esperado. También debe influir en la decisión el coste del tratamiento y la dosis de la radiación, en caso de que se necesite más de una exploración para proporcionar la información deseada. Por ejemplo, se puede obtener información sobre el estado de los tejidos óseos con RP, películas sencillas, tomografía convencional, TC y diagnóstico por resonancia magnética (RM). Se debe considerar la sutileza de los hallazgos esperados y la cantidad de detalle necesario cuando se selecciona la exploración que realizar. Si es necesaria información sobre los tejidos blandos como la posición de un disco, es adecuada una RM o una artrografía (v. cap. 14).

Exodoncias e implantes

Tanto en el caso de las exodoncias como en la colocación de implantes se debe conocer la anatomía de los tejidos anexos a la zona que se debe tratar para disminuir el riesgo de lesión de alguna estructura y de fracaso del tratamiento. Las radiografías estándares periapicales y panorámicas resultan imprescindibles en casi todos los casos de exodoncias y en todos los tratamientos de implantes. Sin embargo, a menudo se recomiendan otros tipos de proyecciones tomográficas, tanto de radiología convencional como computarizada, antes de la colocación del implante, para visualizar los puntos de referencia anatómicos importantes, así como para determinar la forma de las raíces y las características de las regiones contiguas del diente que se tiene que extraer. Posteriormente puede ser necesaria la evaluación radiológica postoperatoria de los implantes o del lecho del diente para ver la curación del hueso que lo rodea.

Senos paranasales

Con relativa frecuencia es el dentista quien diagnostica una determinada patología sinusal, ya sea por el origen odontogénico de la misma o como diagnóstico casual. Las radiografías periapicales y panorámicas muestran bien el suelo del seno maxilar, pero la visualización del resto de paredes y de senos requiere técnicas adicionales como la naso-mento-placa (Waters) o la TC. En

caso de que el tratamiento requiera la actuación de un especialista, es mejor que el profesional que vaya a tratar al paciente sea quien solicite estas radiografías (v. cap. 13).

Traumatismos

Los pacientes que experimentan un traumatismo en la región maxilofacial deben acudir al dentista para evaluar y tratar las heridas. Como siempre, el diagnóstico clínico será el más relevante, aunque, en casos de urgencia, a menudo es difícil establecer la magnitud de la lesión. Las radiografías periapicales y panorámicas pueden ser útiles para evaluar la fracturas de los dientes. Algunos autores recomiendan realizar una segunda radiografía periapical con un ángulo diferente cuando no es visible una fractura radicular cuya presencia se sospecha. Pero una fractura que no es perpendicular al haz puede no detectarse, a no ser que exista reabsorción de la raíz asociada, cosa que se produce varios meses después del traumatismo. Por tanto, en la visita de urgencia será de máxima importancia la exploración clínica, mientras que la radiológica no tiene más valor hasta las revisiones posteriores que deberán realizarse de forma periódica. Las fracturas de la mandíbula se detectan con frecuencia mediante RP, complementadas con proyecciones a 90° como una proyección posteroanterior o de Towne modificada. Los traumatismos en el maxilar y en el tercio medio facial requieren una TC para una evaluación completa. Los pacientes afectados suelen enviarse a urgencias antes que a un dentista. El hospital suele tener un protocolo estándar para los casos de traumatismo. Idealmente, el clínico responsable de atender al paciente determina las radiografías adecuadas para cada caso concreto.

EXPLORACIONES RADIOLÓGICAS

Después de decidir que un paciente necesita una radiografía, el dentista debe considerar qué exploración radiológica es la más adecuada para cubrir las necesidades diagnósticas y del tratamiento. Se dispone de diversas proyecciones radiológicas. Al elegir una, el dentista considera las relaciones anatómicas, el tamaño del campo y la dosis de radiación de cada proyección. La tabla 9-1 resume los tipos de exploraciones radiológicas más comunes para los pacientes de una clínica dental general y los factores que se tienen que considerar para elegir la más adecuada. Por ejemplo, una RP proporciona la cobertura de un área amplia con resolución moderada. Las películas intraorales aportan información más detallada, pero una radiación significativamente mayor por unidad de área expuesta. El clínico debe emplear su juicio para sopesar estos factores.

Tabla 9-1 Características de los diferentes tipos de radiografías orales

RADIOGRAFÍAS INTRAORALES

Tipo de exploración	Cobertura	Resolución	Exposición relativa del paciente ^a	Enfermedades detectables
Periapical individual	Limitada	Alta	1	Caries, enfermedad periodontal, enfermedad periapical, anomalías dentales, enfermedad oculta
Aleta de mordida	Limitada	Alta	10	Caries, nivel periodontal óseo
Boca completa	Limitada	Alta	14 a 17	Caries, enfermedad periodontal, enfermedad periapical, anomalías dentales, enfermedad oculta
Oclusal	Moderada	Alta	2,5	Anomalías dentales, enfermedad oculta, sialolitos, expansión de la mandíbula

RADIOGRAFÍAS EXTRAORALES

Tipo de exploración	Cobertura	Resolución	Exposición relativa del paciente ^a	Enfermedades detectables
Panorámica	Amplia	Moderada	1 a 2	Anomalías dentales, enfermedad oculta, caries extensas, enfermedad periodontal, enfermedad periapical, ATM
Tomografía convencional	Moderada	Moderada	0,2 a 0,6	Valoración de la anatomía antes de una extracción o un implante
TC/cabeza	Amplia	Alta	25 a 800	Extensión de la patología craneofacial, fractura, implantes
RM	Amplia	Moderada	0	Enfermedad del tejido blando
Cráneo	Amplia	Moderada	31	Fractura, relación anatómica, patología mandibular

^aLos parámetros asumen el empleo de película de velocidad E y colimador rectangular para las películas periapicales, colimación redonda para las proyecciones de mordida y oclusal y pantallas de tierra rara para la exploración panorámica. Con película de velocidad D, los valores intraorales se duplican comparados con los de la película de velocidad E, y con el colimador redondo los valores periapicales se incrementan en 2,5 veces comparados con el empleo de colimador rectangular.

ATM: articulación temporomandibular; RM: resonancia magnética; TC: tomografía computarizada.

© MASSON, S.A. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Radiografías intraorales

Las radiografías intraorales se realizan colocando la película de rayos X dentro de la boca del paciente durante la exposición. Ofrecen al dentista una proyección de gran detalle de los dientes y el hueso en el área expuesta. Dichas placas son más adecuadas para mostrar caries y enfermedad periodontal y periapical en una región localizada. Una serie completa de radiografías consiste en proyecciones periapicales de todas las regiones con dientes, así como proyecciones interproximales:

Radiografías periapicales. Las proyecciones periapicales muestran un diente completo y el hueso que lo rodea. Son muy útiles para mostrar caries y enfermedad periodontal y periapical.

Radiografías interproximales. Las proyecciones interproximales (aleta de mordida) muestran la cara coronal de los dientes superiores e inferiores en una región y en el hueso crestral que lo rodea. Son más útiles para mostrar caries proximal y evaluar la altura de la cresta ósea alveolar. Pueden ser realizadas tanto en la región anterior como en la posterior de la boca.

Radiografías oclusales. Las proyecciones oclusales son radiografías intraorales en las que la película se coloca en el plano oclusal. Se utilizan con frecuencia en niños en lugar de las proyecciones periapicales, debido al pequeño tamaño de su boca. En los adultos, las radiografías oclusales pueden complementar las proyecciones periapicales, proporcionan la visualización de un área mayor de los dientes y el hueso. Son útiles para mostrar dientes superiores anteriores impactados o colocados incorrectamente o para visualizar la región de la fisura del paladar. También pueden mostrar la expansión vestibular o lingual del hueso. Informan, asimismo, de imágenes radiopacas en el espesor de tejidos blandos (p. ej., cálculo en el conducto de Wharton).

Radiografías extraorales

Las radiografías extraorales son exámenes de la región orofaríngea en los que se emplean películas colocadas fuera de la cavidad oral. Las relaciones entre la posición del paciente, la colocación de la película y la dirección del rayo varían dependiendo de la información radiográfica específica deseada. Sólo se describe aquí la RP u ortopantomografía, porque es la de empleo más común en odontología general:

Radiografía panorámica. La ortopantomografía proporciona una proyección amplia de los maxilares, dientes, senos maxilares, fosa nasal y ATM. Muestra los dientes presentes, su estado relativo de desarrollo y muchas lesiones traumáticas y patológicas en el hueso. Es la exploración de elección inicial en pacientes edéntulos. Ya que este sistema consiste en una técnica extraoral que emplea pantallas intensificadoras, la resolución de las imágenes es inferior

a la que se obtiene con películas intraorales sin pantalla. Por consiguiente, es inadecuada, normalmente, para el diagnóstico independiente de caries, anomalías radiculares y cambios periapicales. En la mayoría de los pacientes odontológicos, la enfermedad oral involucra los dientes y los huesos maxilares del área visualizada por radiografías periapicales. Por tanto, cuando se encuentra disponible un juego completo de radiografías, una ortopantomografía suele ser innecesaria, ya que no añade información que altere el plan de tratamiento. Sin embargo, existen situaciones en las que se puede preferir una RP a una radiografía periapical; por ejemplo, en pacientes sin terceros molares erupcionados que van a ser extraídos quirúrgicamente. Las proyecciones panorámicas son más útiles cuando se necesita un campo de visualización grande. Aunque la selección de una exploración radiológica debe basarse en la extensión de la información esperada que puede proporcionarse, la dosis relativamente baja de radiación de la exploración panorámica puede ser un factor decisivo. Tal como se ha señalado con anterioridad (cap. 7), autores como Rushton et al., critican la realización sistemática de RP «de control». Fundamentan su crítica en un estudio sobre RP informadas, en el que colaboraron 41 dentistas del Reino Unido. En el estudio se concluyó que muchas de las lesiones que los expertos veían en las radiografías no eran descubiertas por los dentistas del estudio, que representaban a todos los dentistas del Reino Unido. Además, muchas de las placas radiográficas tenían una mala definición o estaban mal reveladas y no habían sido repetidas. Aunque muchas de las radiografías aportaron información sobre lesiones, esta información muy a menudo ya era conocida por la exploración clínica o por las radiografías de aleta de mordida.

Técnicas radiológicas especiales o avanzadas

En determinadas situaciones diagnósticas puede necesitarse una técnica radiológica especial o avanzada, como TC, RM, ecografía y medicina nuclear. Estas técnicas se han comentado de forma detallada en capítulos anteriores y se volverán a comentar en próximos capítulos, razón por la cual no se indican en este apartado.

PAUTAS PARA SOLICITAR RADIOGRAFÍAS

Radiografías previas

Se han publicado pautas indicativas de qué radiografías deben hacerse y cada cuánto tiempo deben repetirse. En ellas se recomienda:

1. Realizar radiografías sólo después de una exploración clínica.

2. Pedir sólo las radiografías que benefician directamente al diagnóstico del paciente y al plan de tratamiento.
3. Emplear la menor cantidad posible de exposición a la radiación para generar una proyección aceptable del área que se examina.

La mayoría de los pacientes ha acudido al dentista con anterioridad y este les ha hecho radiografías. Estas radiografías son útiles independientemente de cuándo se hayan realizado. Si son bastante recientes, pueden ser adecuadas para diagnosticar problemas actuales. Incluso puede que sean útiles si se realizaron hace mucho tiempo, aunque sea improbable que reflejen el estado actual del paciente. Pueden mostrar si una situación ha empeorado, permanece inalterada o ha curado, casos de progresión de caries o enfermedad periodontal. También ofrecen información secuencial de la cronología y de las alteraciones de la erupción. En la tabla 9-2 se resumen las pautas principales de prescripción de radiografías en odontología.

Tabla 9-2 Pautas para la prescripción de radiografías dentales

		NIÑOS		ADOLESCENTES
PACIENTE NUEVO		Dentición primaria	Dentición mixta	Dentición permanente
	Evaluar las enfermedades dentales, el crecimiento y desarrollo en todos los pacientes nuevos.	Exploración mediante proyección de mordida posterior si las caras proximales de los dientes primarios no pueden visualizarse o sondarse	Exploración individualizada consistente en proyecciones periapicales y oclusales, proyección de mordida posterior o panorámica, y proyecciones de mordida posteriores	Exploración radiológica individualizada consistente en proyecciones de mordida posteriores y periapicales seleccionadas; exploración radiológica intraoral completa cuando hay evidencia clínica de enfermedad dental generalizada o una historia de tratamiento dental amplia
PACIENTE DE REVISIÓN	Caries o factores de alto riesgo para caries	Proyección de mordida posterior a intervalos de 6 meses o hasta que se vean caries		Proyección de mordida posterior a intervalos de 6 a 12 meses o hasta que se observen caries
	Sin caries o sin factores de alto riesgo para caries	Proyección de mordida posterior a intervalos de 12 a 24 meses si las superficies proximales de los dientes primarios no pueden verse o sondarse	Proyecciones de mordida posterior a intervalos de 12 a 24 meses	Proyección de mordida posterior a intervalos de 18 a 36 meses

Tabla 9-2 Pautas para la prescripción de radiografías dentales

PACIENTE DE REVISIÓN	NIÑOS		ADOLESCENTES
	Dentición primaria	Dentición mixta	Dentición permanente
	Enfermedad periodontal o historia de tratamiento periodontal	Exploración radiológica individualizada consistente en radiografías periapicales seleccionadas o aleta de mordida para las áreas donde puede ser demostrada clínicamente la enfermedad periodontal (distinta a gingivitis inespecífica)	Exploración radiológica individualizada consistente en radiografías periapicales seleccionadas y/o de mordida para las zonas donde se puede mostrar clínicamente la enfermedad periodontal (distinta a gingivitis inespecífica)
Valoración del crecimiento y desarrollo	Normalmente no está indicado	Exploración radiológica individualizada consistente en proyección periapical y/o oclusal o panorámica	Proyección periapical o panorámica para evaluar el desarrollo de los terceros molares

		ADULTOS	
PACIENTE NUEVO	Evaluar las enfermedades dentales, el crecimiento y desarrollo en todos los pacientes nuevos	Dentados	Desdentados
			Exploración radiológica intraoral de toda la boca o proyección panorámica
PACIENTE DE REVISIÓN	Caries o factores de alto riesgo para caries	Proyección de mordida posterior a intervalos de 12 a 18 meses	No aplicable
	Sin caries o sin factores de alto riesgo para caries	Proyección de mordida posterior a intervalos de 24 a 36 meses	No aplicable
	Enfermedad periodontal o historia de tratamiento periodontal		No aplicable

Las recomendaciones de esta tabla están sujetas al criterio clínico y no se aplican a todos los pacientes. Los dentistas deben usarlas sólo después de haber revisado la historia clínica del paciente y haber realizado una exploración clínica. No necesita modificarse en caso de embarazo.

Las radiografías administrativas son las que se hacen por razones distintas al diagnóstico. Pueden ser realizadas para una compañía de seguros o para una junta de evaluación. Sólo está justificado exponer a los pacientes cuando ello beneficie su atención odontológica. La mayoría de las radiografías administrativas no sirven para este fin. Desgraciadamente, esta recomendación no suele seguirse en la práctica y se deja a los dentistas que establezcan el criterio más adecuado para su realización. Hay momentos en los que los pacientes presentan una combinación de enfermedades que el clínico debe considerar. Por tanto, las pautas especifican no sólo cuándo se deben pedir las exploraciones sino también qué factores específicos del paciente influyen en el número y tipo de películas de rayos X que hay que pedir.

A mediados de la pasada década de 1980 se reunió un grupo de trabajo a petición de una división de la Food and Drug Administration para desarrollar unas pautas relacionadas con las radiografías dentales. El grupo de trabajo abordó el tema de las radiografías adecuadas para una evaluación correcta de un paciente asintomático nuevo o en revisión que solicita atención odontológica. Las pautas describen las circunstancias (edad del paciente, historia clínica y dental y signos físicos) que sugieren la necesidad de radiografías. Estas circunstancias se denominan criterios de selección. Las pautas también sugieren los tipos de exploraciones radiológicas que con mayor probabilidad van a beneficiar al paciente en términos de obtención de información diagnóstica. En ellas se recomienda que las radiografías no se realicen, si no se espera que proporcionen evidencia de enfermedades que afecten al plan de tratamiento. La American Dental Association (ADA) recomienda el uso de estas pautas. A este respecto, con similares parámetros en consideración, la legislación española, en su Real Decreto 783/2001, aprobado el 6 de julio de 2001, establece el *Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes*, actualmente vigente. La idea central de las pautas es que los dentistas deben exponer a los pacientes a la radiación sólo cuando razonablemente esperan que la radiografía resultante pueda beneficiar la atención del sujeto (criterio ALARA: *as low as reasonable achievable*). Por tanto, existen dos situaciones donde se debe solicitar una radiografía: evidencia clínica de una anomalía o una alta probabilidad de enfermedad. Los criterios de selección para las radiografías son aquellos signos o síntomas encontrados en la historia del paciente o en la exploración clínica que sugieren que una exploración radiológica va a proporcionar información útil desde el punto de vista clínico. Por ejemplo, una exploración clínica puede descubrir una enfermedad que es clínicamente aparente, pero cuya naturaleza y extensión resulta imposible evaluar clínicamente. Dichas situaciones requieren con frecuencia una exploración radiológica para valorar al paciente de una forma adecuada.

■ Exploración del paciente

La petición de radiografías requiere una expectativa razonable de que proporcionará información que contribuirá a exponer el problema diagnóstico. Por tanto, el primer paso es la cuidadosa exploración del paciente. La exploración clínica proporciona datos sobre la naturaleza y extensión de la exploración radiológica adecuada para la situación. La transiluminación de los dientes anteriores se realizará para evaluar las caries interproximales. Las radiografías interproximales posteriores forman el fundamento de las pautas de la ADA. Son útiles para detectar caries interproximales y enfermedad periodontal. Se añadirán otras radiografías intraorales o extraorales cuando la exploración clínica lo indique. Los pacientes se clasifican por la fase de desarrollo dental, si se evalúan por primera vez (sin documentación previa) o si se reevalúan durante la exploración clínica, y por una estimación del riesgo de presentar caries o enfermedad periodontal. Aplicar estas pautas a las circunstancias de cada paciente requiere juicio clínico, así como conocimientos, experiencia e interés. También precisa juicio clínico el reconocer situaciones no descritas en las pautas, en las que los pacientes necesitarán radiografías (recuérdese el criterio ALARA).

■ Visita inicial

Las pautas recomiendan que a un niño con dentición temporal que coopera y tiene contactos posteriores cerrados se le hagan sólo radiografías interproximales para buscar caries. Sólo se recomiendan proyecciones periapicales adicionales en el caso de que exista evidencia clínica de enfermedades e historia específica o indicaciones clínicas tales como las descritas en la tabla 9-2. Si los contactos molares no están cerrados, no son necesarias radiografías interproximales, porque las superficies proximales se pueden examinar directamente. Las pautas recomiendan la cobertura radiológica de todas las áreas con dientes para un niño con dentición mixta (después de la erupción del primer diente permanente, 6-8 años). Consiste normalmente en proyecciones de mordida completadas con proyecciones periapicales u oclusales (8-12 exposiciones) o una proyección panorámica. En esta etapa de desarrollo, una RP suele ser la proyección de elección, porque ofrece la información más general con la dosis menor de radiación ionizante. Algunos clínicos expresan su preocupación, porque la cobertura completa de todas las áreas con dientes no está garantizada sin una indicación específica. Las pautas agrupan adolescentes y adultos dentados para identificar la clase y extensión de la exploración radiológica adecuada. Las pautas recomiendan que a estos pacientes se les realice una exploración individualizada consistente en proyecciones interproximales y periapicales seleccionadas sobre la base de los indicios históricos específicos o

clínicos. La presencia de enfermedad dental generalizada indica a menudo la necesidad de una exploración completa de la boca. De forma alternativa, la presencia de sólo unas cuantas anomalías o enfermedades localizadas sugiere que puede ser suficiente una exploración más limitada consistente en proyecciones interproximales y periapicales seleccionadas. En circunstancias donde no existe evidencia de enfermedad dental actual o pasada, sólo son necesarias proyecciones interproximales para buscar caries. En los pacientes edéntulos es adecuado realizar una exploración radiológica de todas las áreas con dientes, radiografías periapicales y panorámicas. Si estuviera disponible, la RP proporciona normalmente la información necesaria con una dosis de radiación reducida.

Revisión

Los pacientes que vuelven a la consulta dental después de la visita inicial requieren una exploración completa. Al igual que en la exploración inicial, hay que obtener las proyecciones periapicales en el caso de que existan signos o síntomas como los referidos con anterioridad. Las pautas recomiendan radiografías interproximales para los pacientes que realizan una visita de seguimiento para detectar caries interproximal y supervisar el estado de la pérdida ósea alveolar. La frecuencia óptima de estas proyecciones depende de la edad del paciente y de la probabilidad de hallar estas dos enfermedades. Si el paciente tiene caries clínicamente demostrable o presencia de factores de riesgo para caries (dieta inadecuada, higiene oral pobre), la radiografía de aleta de mordida se realiza a intervalos bastante frecuentes (tabla 9-3). Para los adolescentes con riesgo alto de caries, las pautas recomiendan proyecciones de mordida a intervalos de 6-12 meses; para los adultos con riesgo alto, a intervalos de 12-18 meses. Los intervalos recomendados son mayores para los individuos sin riesgo alto de caries; 12-24 meses para niños, 18-36 meses para los adolescentes y 24-36 meses para los adultos. Obsérvese que los individuos pueden cambiar su categoría de riesgo, yendo desde riesgo alto a bajo, o viceversa. Asimismo, hay que recordar que los pacientes con historia o evidencia clínica de enfermedad periodontal más grave que gingivitis inespecífica deben tener una combinación de radiografías periapicales e interproximales, para una adecuada supervisión. Puede ser necesaria una exploración radiológica en otras situaciones, tales como en pacientes que se plantean un tratamiento ortodónico o en pacientes con lesiones intraóseas. El objetivo debe ser obtener la información diagnóstica necesaria con la dosis de radiación y el coste mínimos, lo que puede ser sustancial para procedimientos especiales, como RM. El dentista debe ser quien determine específicamente qué tipo de información es necesaria y la técnica más adecuada para obtenerla.

Tabla 9-3 Los pacientes con riesgo alto de caries pueden mostrar

1. Alto nivel de caries
2. Historia de caries recurrente
3. Restauraciones existentes de mala calidad
4. Higiene oral pobre
5. Exposición inadecuada al flúor
6. Lactancia prolongada (artificial o materna)
7. Dieta alta en sacarosa con frecuencia
8. Historia familiar dental pobre
9. Defectos durante el desarrollo del esmalte
10. Incapacidad en el desarrollo
11. Xerostomía
12. Anomalía genética del diente
13. Muchas restauraciones de múltiples superficies
14. Quimioterapia o radioterapia

Consideraciones especiales

Embarazo. En ocasiones se desean obtener radiografías de una mujer embarazada. El haz de rayos X se limita en gran parte a la región de la cabeza y el cuello en las exploraciones odontológicas con rayos X; por tanto, la exposición fetal es sólo de alrededor de 1 mGy para una exploración completa de la boca. Esta exposición es bastante pequeña, comparada con la que se recibe normalmente de las fuentes naturales (tablas 9-4 a 9-6). Por tanto, en las pacientes embarazadas deben aplicarse las mismas pautas que con cualquier otro paciente, empleando barreras como el collarín tiroideo y el delantal de plomo, adecuado para tapar el área abdominal.

Radioterapia. Los pacientes con algún tumor maligno en la cavidad oral o en la región perioral reciben a menudo radioterapia para su enfermedad. Algunos tejidos orales reciben 50 Gy o más. Aunque dichos pacientes tienen más aprehensión a recibir exposiciones adicionales, la de una radiografía dental es insignificante, comparada con la que ya han recibido. La dosis media de exposición en la piel por una radiografía dental es aproximadamente de 3 mGy. Además, los pacientes que han recibido radioterapia pueden padecer xerostomía inducida por la radiación y, por tanto, presentan un riesgo elevado de desarrollar caries por radiación. Por este motivo hay que realizar un seguimiento cuidadoso de los pacientes que han recibido radioterapia en el territorio orofaríngeo, ya que tienen un riesgo mucho más elevado de presentar lesiones bucales (v. cap. 3).

Tabla 9-4 Dosis fetales aproximadas producidas por procedimientos diagnósticos comunes en el Reino Unido

Exploración	Dosis media (mGy)	Dosis máxima (mGy)
Examen convencional		
Abdomen	1,4	4,2
Tórax	<0,01	<0,01
Urografía	1,7	10
Columna lumbar	1,7	10
Pelvis	1,1	4
Cráneo	<0,01	<0,01
Columna dorsal	<0,01	<0,01
Exámenes fluoroscópicos		
Suspensión de bario	1,1	5,8
Enema opaco	6,8	24
Tomografías computarizadas		
Abdomen	8,0	49
Tórax	0,06	0,96
Cabeza	<0,005	<0,005
Columna lumbar	2,4	8,6
Pelvis	25	79

Tabla 9-5 Probabilidad de tener un niño sano según la dosis de radiación recibida en el embarazo

Dosis que llega al feto (mGy), por radiación natural	Probabilidad de NO malformación	Probabilidad de NO cáncer (0-19 años)
0	97	99,7
1	97	99,7
5	97	99,7
10	97	99,6
50	97	99,4
100	97	99,1
>100	Posible	Mayor

Tabla 9-6 Riesgos en el embarazo no atribuibles a las radiaciones ionizantes

1. Aborto espontáneo
2. Incidencia de anomalías genéticas
3. Retraso en el desarrollo intrauterino
4. Incidencia de malformaciones importantes

- American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology.** Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91:498-511.
- Atchison KA, Brooks SL.** Pautas para la prescripción de radiografías dentales. En: White SC, Pharoah MJ (eds.). *Radiología oral*. Madrid: Harcourt SA, 2002.
- Cano S, Gutiérrez MD.** Embaràs i exposició a les radiacions ionitzants d'origen mèdic. *Rev COEC* 2003;111:47-55.
- De Freitas A, Rosa JE, Faria e Souza I.** *Radiologia odontológica*. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.
- Finestres F.** *Protección en radiología odontológica*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona, 2004.
- Rushton VE, Horner K, Worthington HV.** Factors influencing the prescription of panoramic radiology in general dental practice. *J Dent* 1999;27:565-71.
- Rushton VE, Horner K, Worthington HV.** Screening panoramic radiography of adults in general dental practice: radiological findings. *Br Dent J* 2001;190:495-501.
- Rushton VE, Horner K, Worthington HV.** Screening panoramic radiography of new adult patients: diagnostic yield when combined with bitewing radiography and identification of selection criteria. *Br Dent J* 2002;192:275-9.
- White S, Pharoah M.** *Oral radiology. Principles and interpretation*. Saint Louis: Mosby, 2004.

TERCERA PARTE

Interpretación diagnóstica



ANATOMÍA RADIOLÓGICA ABREVIADA

Eduardo Chimenos Küstner y Eduardo Chimenos Sánchez de Badajoz

Las estructuras óseas y dentarias difieren en su contenido en minerales, dependiendo de los tejidos de que se traten. Por tanto, al ser atravesadas por radiaciones ionizantes (p. ej., rayos X) y evaluarse su permeabilidad a las mismas sobre un material fotosensible, ofrecen distintos colores, generalmente entre el blanco y el negro, en función de su composición y de las alteraciones que puedan sufrir. Se entiende por radiotransparencia o radiolucidez la menor obstaculización del paso de las radiaciones (color más negro) y por radiopacidad o radiodensidad la mayor obstaculización del paso de dichas radiaciones (color más blanco). Entre un extremo y otro se observa una extensa gama de grises, que contribuyen a diferenciar estructuras anatómicas, normales o patológicas. Así, el esmalte aparece como una banda radiopaca densa que ocupa la corona del diente y termina como un borde en cuña a la altura del cuello dentario. La dentina, menos opaca que el esmalte, tiene una densidad similar a la del hueso compacto. El cemento radicular es similar a la dentina, aunque tiene un aspecto un poco más radiotransparente. Si existe una caries, se observará una región más radiolúcida, debido a la menor densidad de tejido mineralizado interpuesto al paso de las radiaciones.

Aparte de las diferencias anatómicas observables en las distintas partes del esqueleto craneofacial, el hueso esponjoso del maxilar superior es menos denso que el hueso compacto de la mandíbula, de modo que estas estructuras presentan diversos grados de radiotransparencia o radiodensidad, representados por una amplia gama de grises, entre el blanco y el negro. Todos estos aspectos avalan la necesidad de tener un profundo conocimiento de la normal anatomía radiológica que permita diferenciar las situaciones de alteración o patología.

RADIOTRANSARENCIAS ANATÓMICAS NORMALES

En el grupo de las radiotransparencias anatómicas normales, se deben diferenciar, entre otras, las que aparecen a continuación.

Orificio mandibular. Situado en la parte media de la rama mandibular y equidistante de los bordes anterior y posterior.

Conducto mandibular. Conducto radiotransparente bordeado por delgadas líneas radiopacas, que aparece en la región molar y que se reconoce con claridad en las ortopantomografías.

Orificio o agujero mentoniano. Transparencia redondeada que se reconoce en la vecindad de los ápices de los premolares.

Orificio lingual. Pequeña transparencia puntiforme que se observa a menudo en la zona periapical de los incisivos centrales inferiores.

Fosa submandibular. Área radiotransparente cóncava, mal definida, que se reconoce en ocasiones en la zona lingual en las áreas molares.

Fosa mentoniana. Área radiotransparente cóncava mal definida, situada en la línea media, bajo el tubérculo mentoniano.

Sínfisis mandibular. Línea radiotransparente en la línea media mandibular, presente en radiografías de niños y jóvenes.

Espacio medular. Transparencia con diferentes patrones en el seno del hueso trabecular o esponjoso, en ambos maxilares.

Orificios o agujeros nutricios. Pequeñas transparencias uniformes entre las raíces de los dientes, preferentemente en los incisivos y premolares.

En el maxilar superior

Sutura intermaxilar. Delgada línea vertical radiotransparente entre los incisivos centrales superiores.

Orificio incisal (conducto incisivo). El foramen incisal puede aparecer como una transparencia redonda, oval o romboidal bien o mal definida, especialmente entre las raíces de los incisivos centrales. Los conductos incisales (nasopalatinos o palatinos anteriores) se observan en ocasiones entre las raíces de los incisivos centrales.

Cavidad nasal. Las porciones inferiores de las cavidades nasales aparecen como dos transparencias separadas o un septo opaco, superpuestas a los incisivos.

Conducto nasolagrimal. Se suele observar en las radiografías oclusales, como una pequeña transparencia en la parte posterior del paladar, en la región de los primeros molares.

Seno maxilar. Aparece como una transparencia bien definida, con finos bordes opacos, en la región premolar. Puede mostrar septaciones variables y radiopacidades específicas internas.

Orificios o agujeros nutricios. Pequeñas transparencias uniformes entre las raíces de los premolares.

RADIOPACIDADES ANATÓMICAS NORMALES

En el grupo de las radiopacidades anatómicas normales deberán diferenciarse, entre otras, las que se indican seguidamente.

En la mandíbula

Línea oblicua externa. Línea opaca continuación del borde anterior de la rama y que se suele ver claramente en la región molar.

Línea milohioidea. En la porción media de la rama y más prominente en la zona molar-premolar.

Línea oblicua interna. Controvertida. Para unos está situada por encima de la línea milohioidea y para otros forma parte de ella.

Línea mentoniana. También llamada «triángulo mentoniano», se sitúa en la parte anteroinferior del cuerpo mandibular, como una V invertida.

Tubérculos genianos. Situados en la superficie interna de la mandíbula, en la zona de la sínfisis.

En el maxilar superior

Septo nasal. Entre los incisivos centrales, como una sombra radiopaca en la línea media.

Espina nasal anterior. Proyección de los bordes de las fosas nasales como una pequeña V sobre el septo nasal.

Eminencia canina. Opacidad aumentada en la zona canina.

Paredes y suelo del seno maxilar. Líneas densas desmarcando las paredes y formando líneas en Y o en X.

Tuberosidad maxilar. Formación terminal posterior maxilar.

Pterigoides. Puede observarse en la región del tercer molar maxilar, preferentemente las alas.

Proceso cigomático y hueso cigomático. Sombra opaca en U sobre las raíces del primer molar.

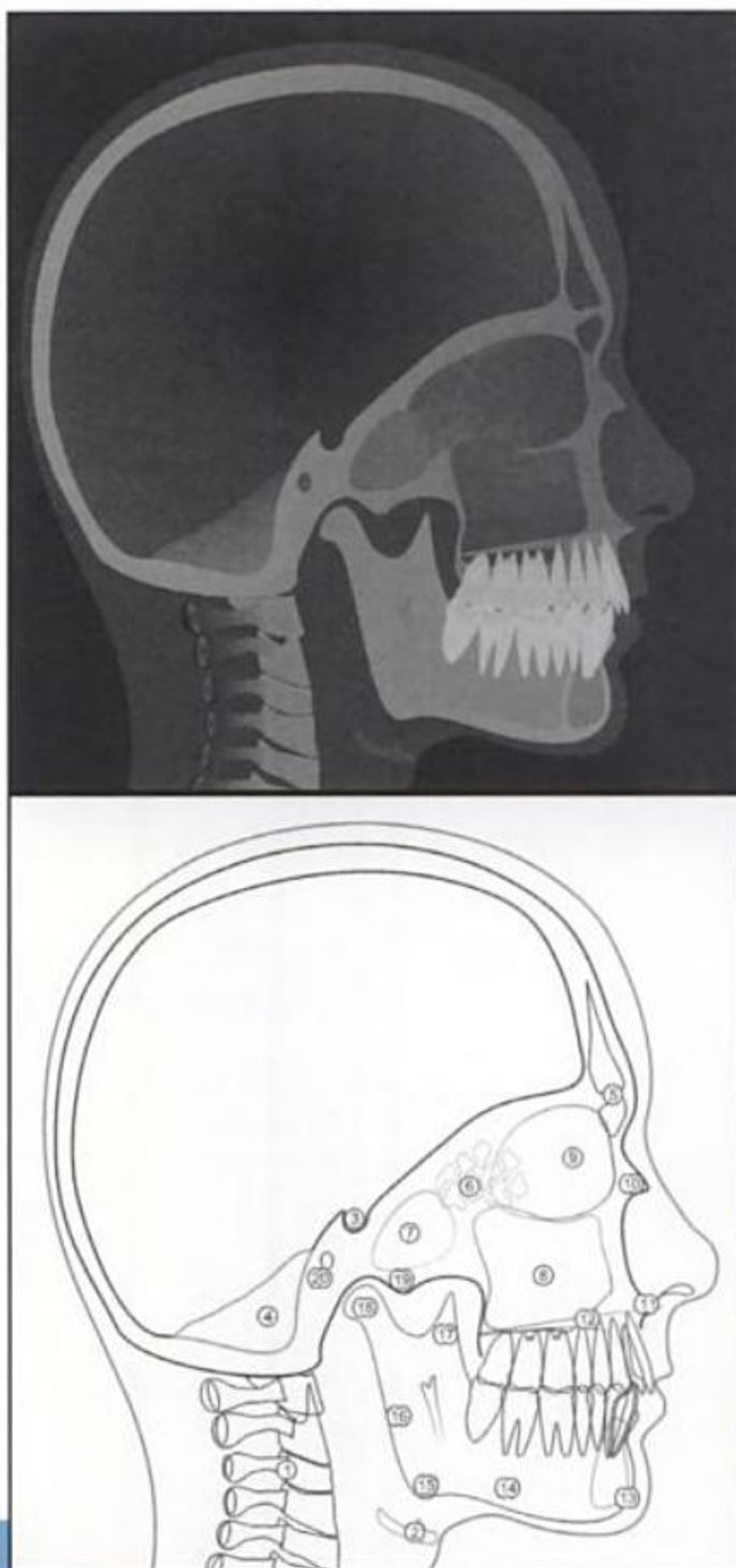
Coronoides. En la región del tercer molar maxilar.

Es evidente que el conocimiento de las estructuras anatómicas normales, así como de sus variaciones no patológicas, permitirá establecer un diagnóstico diferencial más fidedigno en el estudio de las diversas lesiones detectables mediante las técnicas radiológicas empleadas (figs. 10-1 a 10-3).

1. Columna vertebral.
2. Hueso hioides.
3. Fosa hipofisaria o silla turca.
4. Celdas mastoideas.
5. Seno frontal.
6. Celdas etmoidales.
7. Seno esfenoidal.
8. Seno maxilar.
9. Órbita.
10. Hueso nasal.
11. Espina nasal anterior.
12. Paladar duro.
13. Mentón.
14. Cuerpo de la mandíbula.
15. Ángulo mandibular.
16. Rama de la mandíbula.
17. Apófisis coronoides.
18. Cóndilo mandibular.
19. Eminencia articular del hueso temporal.
20. Conducto auditivo externo.

Figura 10-2

Esquema de una telerradiografía lateral de cráneo, en la que se indican las principales estructuras anatómicas, aparte de los dientes.



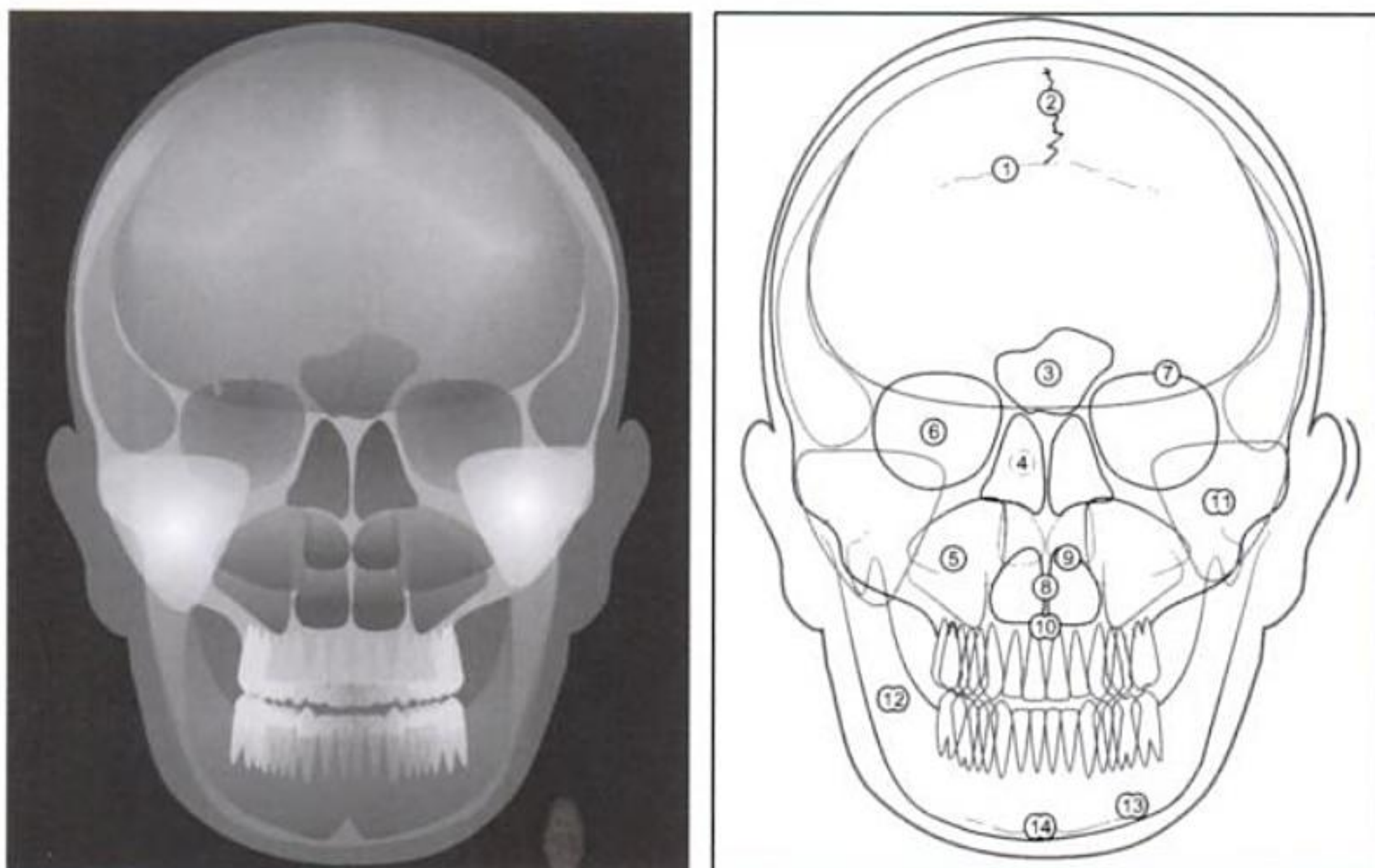


Figura 10-3

Esquema de una telerradiografía frontal de cráneo, en la que se indican las principales estructuras anatómicas, aparte de los dientes.

1. Sutura lambdoidea. / 2. Sutura sagital. / 3. Seno frontal. / 4. Celdas etmoidales. / 5. Seno maxilar. / 6. Órbita. / 7. Borde supraorbitario. / 8. Tabique nasal. / 9. Cornete nasal medio. / 10. Espina nasal anterior. / 11. Porción petrosa del hueso temporal. / 12. Rama de la mandíbula. / 13. Cuerpo de la mandíbula. / 14. Mentón.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Bagán JV, Aguirre JM, Bermejo A, Ceballos A, Peñarrocha M. Medicina oral. Barcelona: Masson, 1995.

Cavézian R, Pasquet G. Diagnóstico por la imagen en odontoestomatología. Barcelona: Masson, 1993.

De Freitas A, Rosa JE, Faria, Souza I. Radiología odontológica. 6.^a ed. São Paulo: Artes Médicas, Divisão Odontológica, 2004.

Donado M, Guisado B, Ortega R, Sanz JV. Anatomía implantológica. Bases morfológicas y su aplicación clínica en implantología dental. Barcelona: Ars Medica, STM Editores, 2003.

Haring JI, Jansen L. Radiología dental. Principios y técnicas. México: McGraw-Hill Interamericana, 2002.

Pasler FA. Radiología odontológica. Barcelona: Masson, 1991.

White SC, Pharoah MJ. Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LAS ALTERACIONES DENTOMAXILARES RADIOLÚCIDAS, RADIOPACAS Y MIXTAS

Eduardo Chimenos Küstner y Concepción Ferreiro Rodríguez

La evaluación de todo paciente enfermo exige realizar una buena anamnesis y una buena exploración clínica. Completadas estas, las imágenes ofrecidas por una radiografía o por otras técnicas diagnósticas más sofisticadas tendrán su mayor sentido y contribuirán a establecer un diagnóstico. Por tanto, si bien en este apartado van a considerarse principalmente los aspectos radiológicos del diagnóstico diferencial, hay que recordar en todo momento que la concurrencia de los antecedentes familiares y personales del paciente, así como los aspectos clínicos, microbiológicos, bioquímicos e histopatológicos, por citar los más relevantes, entre los que también destaca la radiología, contribuirán al establecimiento del diagnóstico definitivo.

Las líneas generales consensuadas en relación con el diagnóstico diferencial en interpretación radiológica incluyen los aspectos siguientes:

1. Las radiografías deben ser de buena calidad (óptimas).
2. La radiografía es sólo una parte de los datos clínicos disponibles, en relación con un determinado trastorno o proceso patológico.
3. La evaluación apropiada de la información radiográfica exige un conocimiento exhaustivo de la anatomía de los tejidos duros y blandos de la zona estudiada, de la anatomía radiográfica y de la naturaleza básica y variabilidad de los procesos patológicos que afectan a los tejidos del área considerada.
4. Para llegar a un diagnóstico útil, la evaluación de las lesiones óseas requiere establecer un diagnóstico diferencial, igual que sucede con las lesiones de los tejidos blandos.

Las lesiones que asientan en los maxilares no poseen imágenes radiológicas patognomónicas. Por otra parte, las alteraciones de los maxilares no adoptan en todos los casos una imagen única. Muchas de ellas sufren una evolución, de modo que, en fases iniciales, presentan un aspecto radiolúcido (osteolítico, por acción de osteoclastos; cementolítico, por acción de cementoclastos). Conforme maduran (fase osteoblástica o cementoblástica), se manifiestan como una imagen

Neoformación ósea nodular Neoformación ósea espiculada Borde esclerótico	Hueso depositado en protuberancias en forma de nudos que irradian de forma única o múltiple Hueso depositado como finas espículas que irradian perpendicularmente de la cortical externa Mecanismo de defensa en respuesta a una lesión, indica naturaleza crónica o benigna
--	--

PATRONES RADIOLÓGICOS

En radiodiagnóstico, un patrón es una forma de ordenar las imágenes de alteraciones diversas. Cada patrón radiológico representa un signo radiográfico cardinal de determinada patología, sin menoscabo de que pueda formar parte de alguna otra. La mayor parte de la patología que asienta en los maxilares produce cambios en la exploración radiográfica normal, que confieren distinto aspecto a la imagen radiográfica, dependiendo de las características de la alteración. Algunos de los patrones mencionados corresponden a lesiones con capacidad de reabsorber calcio del hueso (producen imágenes radiotransparentes), mientras que otros, asociados a una mayor actividad osteoblástica, originan imágenes radiopacas (tabla 11-2).

Tabla 11-2 Características radiográficas (patrones radiológicos) en relación con el tipo de lesión a la que suele asociarse

Características radiográficas	Patología asociada a
Radiolucidez unilocular , con límites bien definidos o presencia de cortical Imágenes radiolúcidas mal definidas o márgenes irregulares Imagen radiolúcida que rodea la corona de un diente Imágenes radiolúcidas, multiloculares , márgenes bien definidos, generalmente con expansión cortical Expansión de corticales (aspecto de cáscara de huevo o de balón) Destrucción de las corticales	Lesión benigna de crecimiento lento Lesiones benignas o malignas Lesiones quísticas o neoplásicas de origen odontógeno Lesiones benignas pero agresivas, reactivas o neoplásicas Quistes y tumores benignos , resultado de crecimiento lento Tumores malignos , resultado de crecimiento rápido

En medicina se recurre a menudo al empleo de símiles, que contribuyen a hacer más comprensibles determinadas situaciones clínicas a aquellas personas que no han tenido ocasión de observar un caso concreto. En el ámbito de la radiología

ocurre algo parecido. De ahí que muchos autores hayan decidido definir ciertos patrones radiológicos, asociados de forma reiterada a alteraciones concretas, empleando expresiones más o menos afortunadas, como se recogen en la tabla 11-3.

Tabla 11-3 Descripciones radiográficas más frecuentes y patología comúnmente asociada

<p>Aspecto de nieve arrastrada por el viento Tumor odontogénico epitelial calcificante (tumor de Pindborg)</p> <p>Patrón en raqueta de tenis Granuloma de células gigantes Mixoma odontogénico Hemangioma central</p> <p>Aspecto de panal de abejas Ameloblastoma Hemangioma central Mixoma odontogénico</p> <p>Radiolucidez apolillada Osteomielitis aguda Carcinoma intraalveolar Carcinoma metastásico Osteosarcoma Condrosarcoma Sarcoma de Ewing Linfoma primario de hueso Linfoma de Burkitt Sarcoma fibrogénico y neurogénico Tumor neuroectodérmico melanótico de la infancia</p> <p>Aspecto de motas o bolas de algodón Displasia fibrosa Fibroma odontogénico Osteítis deformante o enfermedad de Paget</p> <p>Aspecto de balón Quistes foliculares Quiste óseo aneurismático</p>	<p>Aspecto de rayos de sol Osteosarcoma</p> <p>Aspecto de cáscara de huevo Ameloblastoma Quiste multilocular</p> <p>Aspecto de vidrio esmerilado Displasia fibrosa Fibroma osificante Osteosarcoma</p> <p>Aspecto de corte en cepillo Hemangioma central Osteítis deformante o enfermedad de Paget</p> <p>Aspecto moteado Displasia fibrosa Fibroma osificante</p> <p>Aspecto de piel de cebolla Osteomielitis crónica Granuloma eosinófilo Sarcoma de Ewing</p> <p>Aspecto de sacabocado Mieloma múltiple</p> <p>Aspecto de líneas de lápiz Ameloblastoma Quiste óseo traumático Quiste odontogénico epitelial calcificante</p> <p>Aspecto de burbujas o pompas de jabón Granuloma central de células gigantes Mixoma odontogénico Ameloblastoma Quiste óseo aneurismático</p>
---	--

CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES SEGÚN SU ASPECTO O PATRÓN RADIOGRÁFICO

La patología asociada a los tejidos duros dentarios y del macizo maxilofacial es muy variada y extensa. Se recomienda al lector que consulte, para ampliar conocimientos, algunas de las citas bibliográficas sugeridas, ya que este libro no

© MASSON, S.A. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Tabla 11-4 Lesiones que producen imágenes radiolúcidas

Fibroma osificante central	Displasia fibrosa
Uniloculares solitarias (no siempre asociadas con dientes)	Fibroma ameloblástico
Ameloblastoma sólido	Hemangioma central
Ameloblastoma unikuístico	Linfomas (maxilares desdentados)
Carcinoma metastásico	Tumores metastásicos
Cavidad de Stafne	Solitarias mal delimitadas
Fibroma cementificante/osificante (fase inicial)	Carcinoma infiltrante de células escamosas
Fibroma odontogénico	Metástasis óseas
Granuloma central de células gigantes	Osteítis y osteomielitis crónicas
Granulomatosis de células de Langerhans	Tumores malignos odontogénicos y no odontogénicos
Hemangioma central	Rarificaciones generalizadas de los huesos maxilares
Mixoma odontogénico	Anemia hemolítica hereditaria
Odontoma (fase inicial)	Granulomatosis de células de Langerhans
Osteoblastoma	Osteoporosis (maxilares desdentados)
Queratoquiste odontogénico	Lesiones radiolúcidas multifocales
Quiste no odontogénico	Síndrome névico de células basales
Quiste óseo aneurismático	Histiocitosis X (de células de Langerhans)
Quiste óseo traumático	Mieloma múltiple
Quiste periodontal	Querubismo
Quiste radicular	Displasia periapical cementaria
Tumor odontogénico adenomatoide	Hiperparatiroidismo
Tumor odontogénico escamoso	Osteoporosis menopáusica o posmenopáusica
Multiloculares	Enfermedad de Hand-Schüller-Christian
Ameloblastoma (fase avanzada)	Lesiones radiolúcidas que producen pérdida ósea periodontal (alveolar)
Tumor odontogénico epitelial calcificante (tumor de Pindborg) en fase avanzada	Periodontitis crónica
Fibroma ameloblástico	Periodontitis diabética
Mixoma odontogénico	Periodontosis y síndrome de Papillon-Lefèvre
Quiste dentígero	Enfermedad de desvanecimiento óseo
Queratoquiste odontogénico	Histiocitosis X (de células de Langerhans)
Querubismo	Neutropenia cíclica
Granuloma central de células gigantes (estadio avanzado)	Leucemia
Quiste óseo aneurismático	Esclerodermia
Hiperparatiroidismo	Sarcoma osteogénico
Mixoma	
Neoplasias neurogénicas centrales	
Malformación arteriovenosa central	

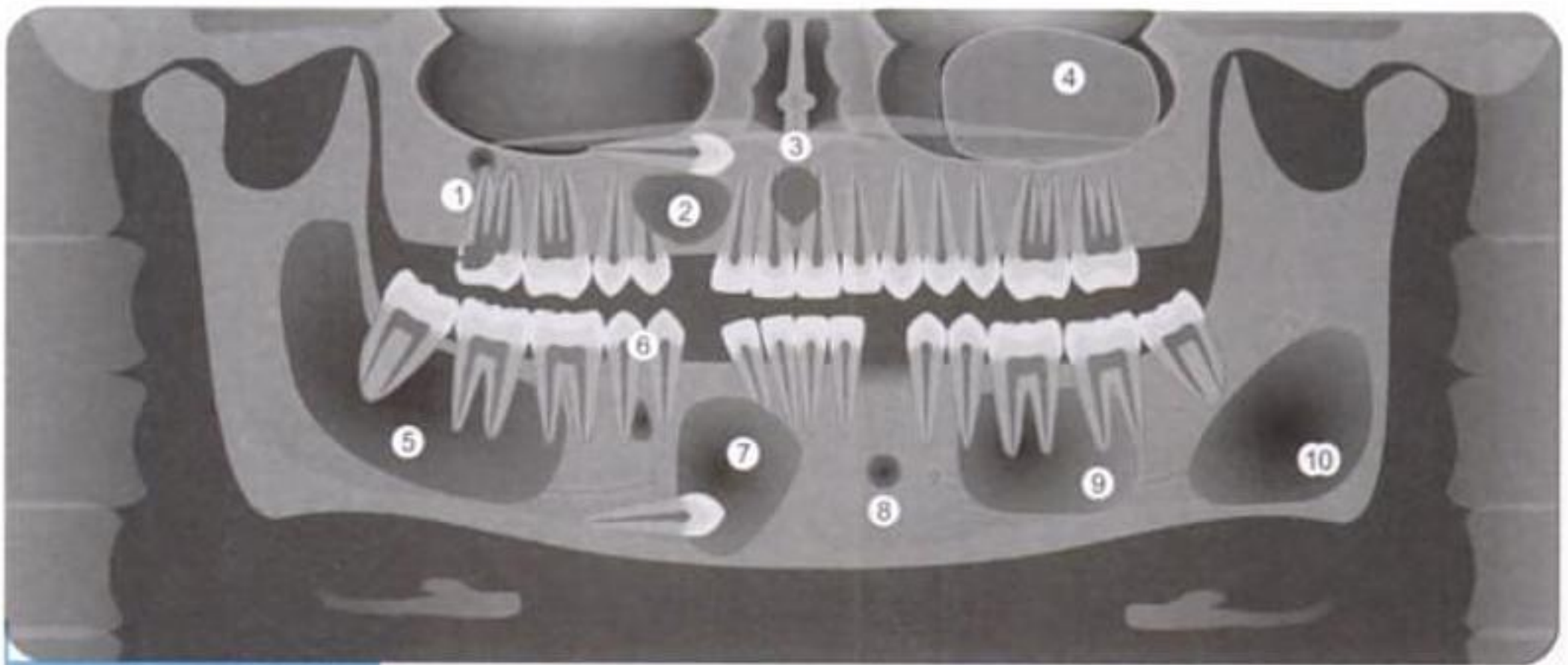


Figura 11-1

Ortopantomografía esquemática en la que se representan diversas lesiones radiolúcidas de origen quístico.

1. Quiste periapical radicular. / 2. Quiste odontogénico calcificante. / 3. Quiste del conducto nasopalatino. / 4. Quiste antral. / 5. Queratoquiste. / 6. Quiste periodontal lateral. / 7. Quiste dentígero. / 8. Quiste residual. / 9. Quiste óseo traumático. / 10. Quiste óseo aneurismático.

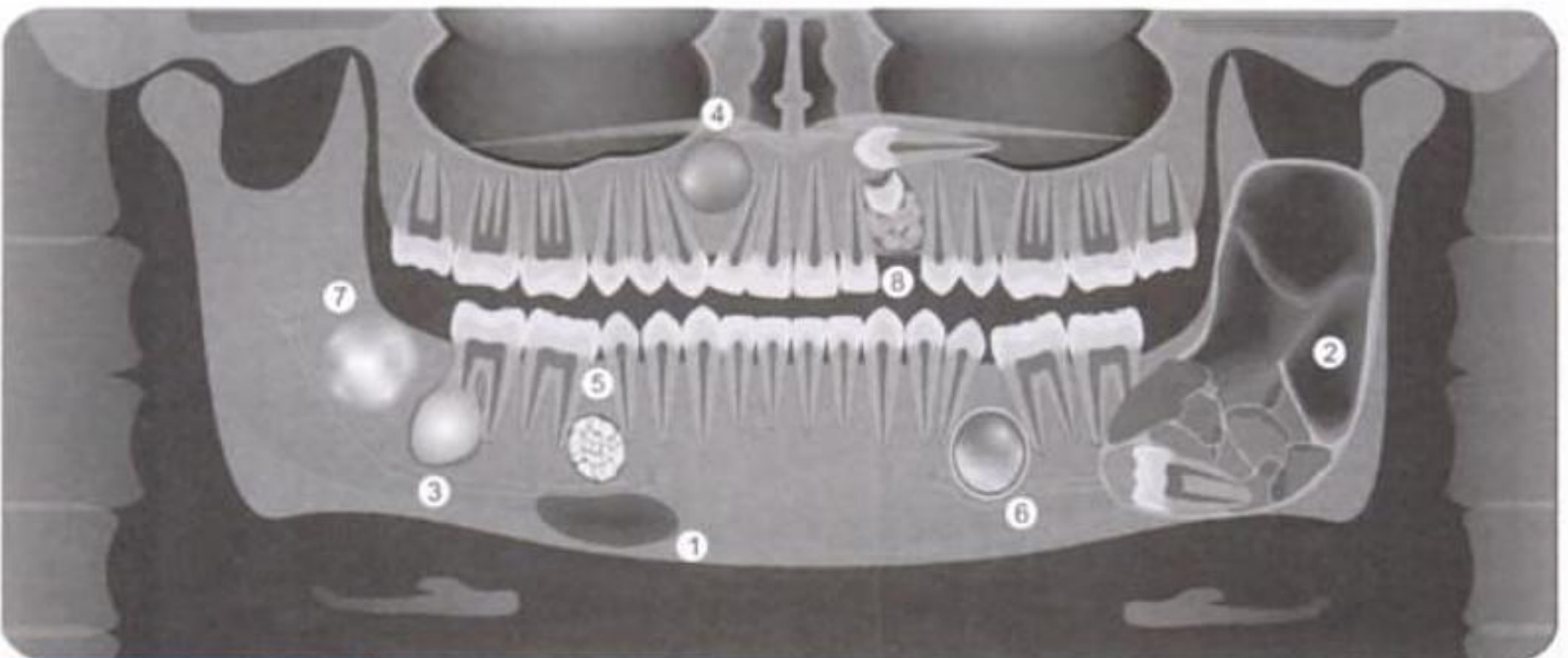


Figura 11-2

Ortopantomografía esquemática en la que se representan diversos tumores odontogénicos y no odontogénicos benignos.

1. Hemangioma central. / 2. Ameloblastoma multilocular. / 3. Cementoblastoma. / 4. Tumor odontogénico adenomatoide. / 5. Odontoma complejo. / 6. Fibroma cementoosificante. / 7. Osteoblastoma. / 8. Odontoma compuesto.

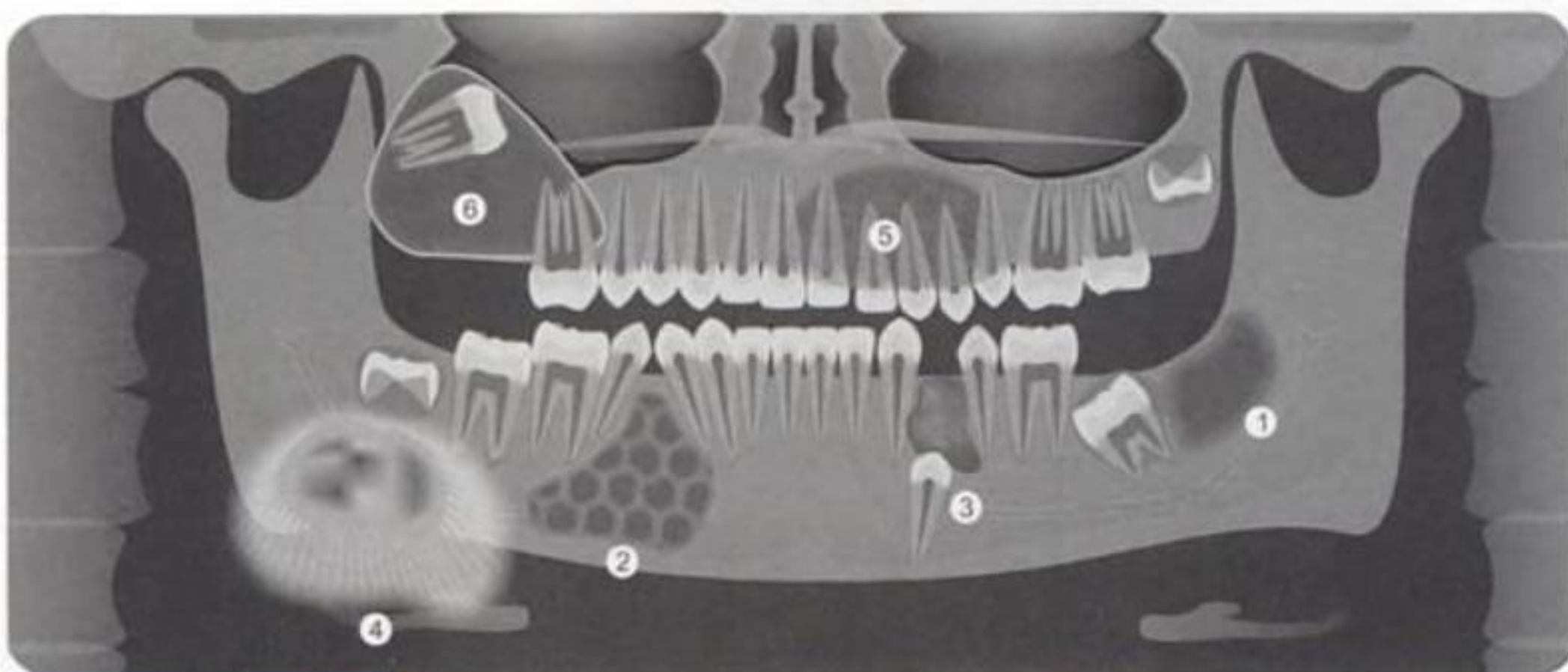


Figura 11-3

Ortopantomografía esquemática en la que se representan diversos tumores odontogénicos y no odontogénicos, benignos y malignos.

1. Fibroodontoma ameloblástico. / 2. Mixoma odontogénico. / 3. Tumor odontogénico epitelial calcificante. / 4. Osteosarcoma. / 5. Carcinoma infiltrante de células escamosas. / 6. Ameloblastoma unilocular.

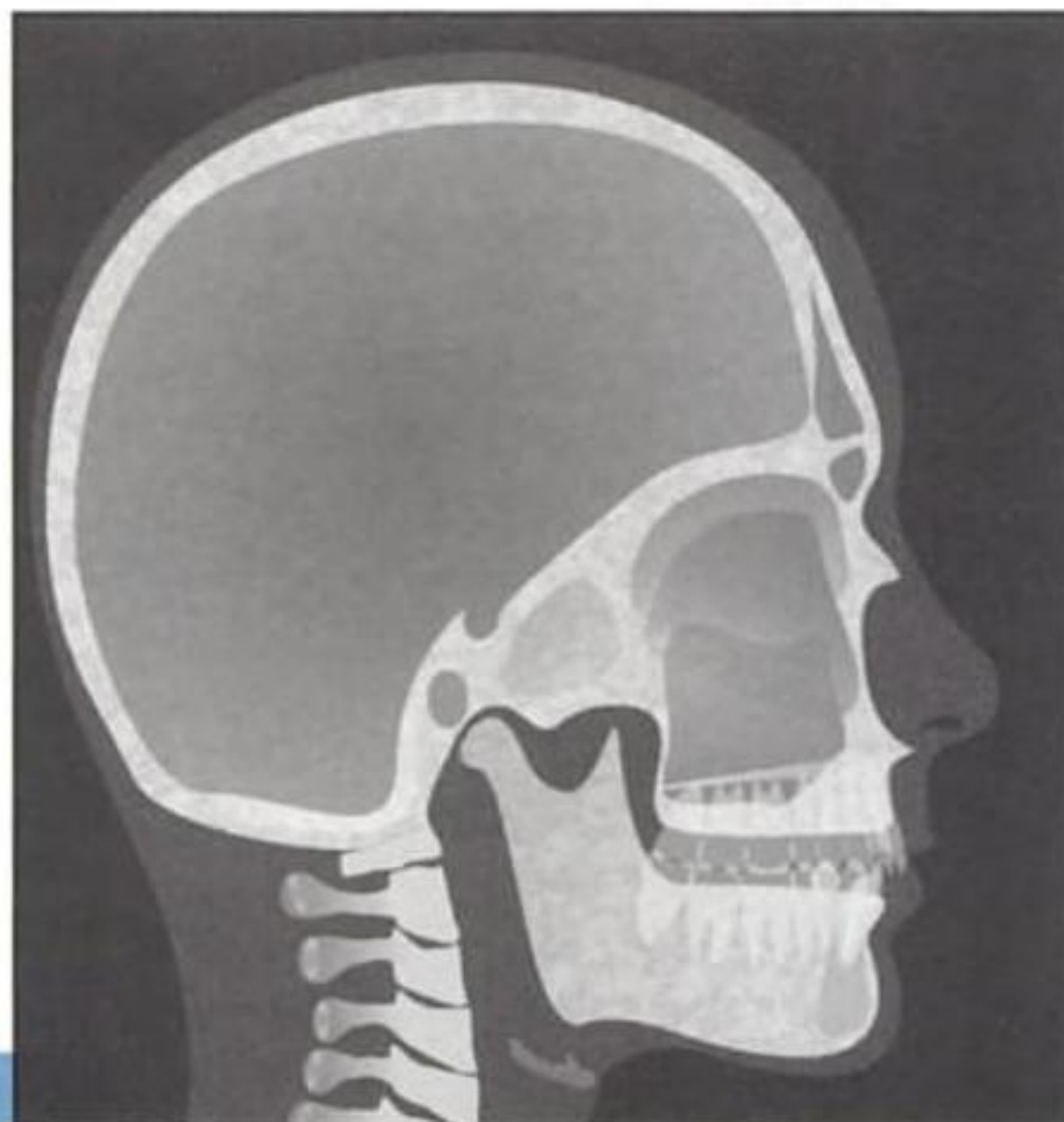


Figura 11-4

Esquema de radiografía lateral de cráneo que muestra una osteítis condensante (enfermedad de Paget).

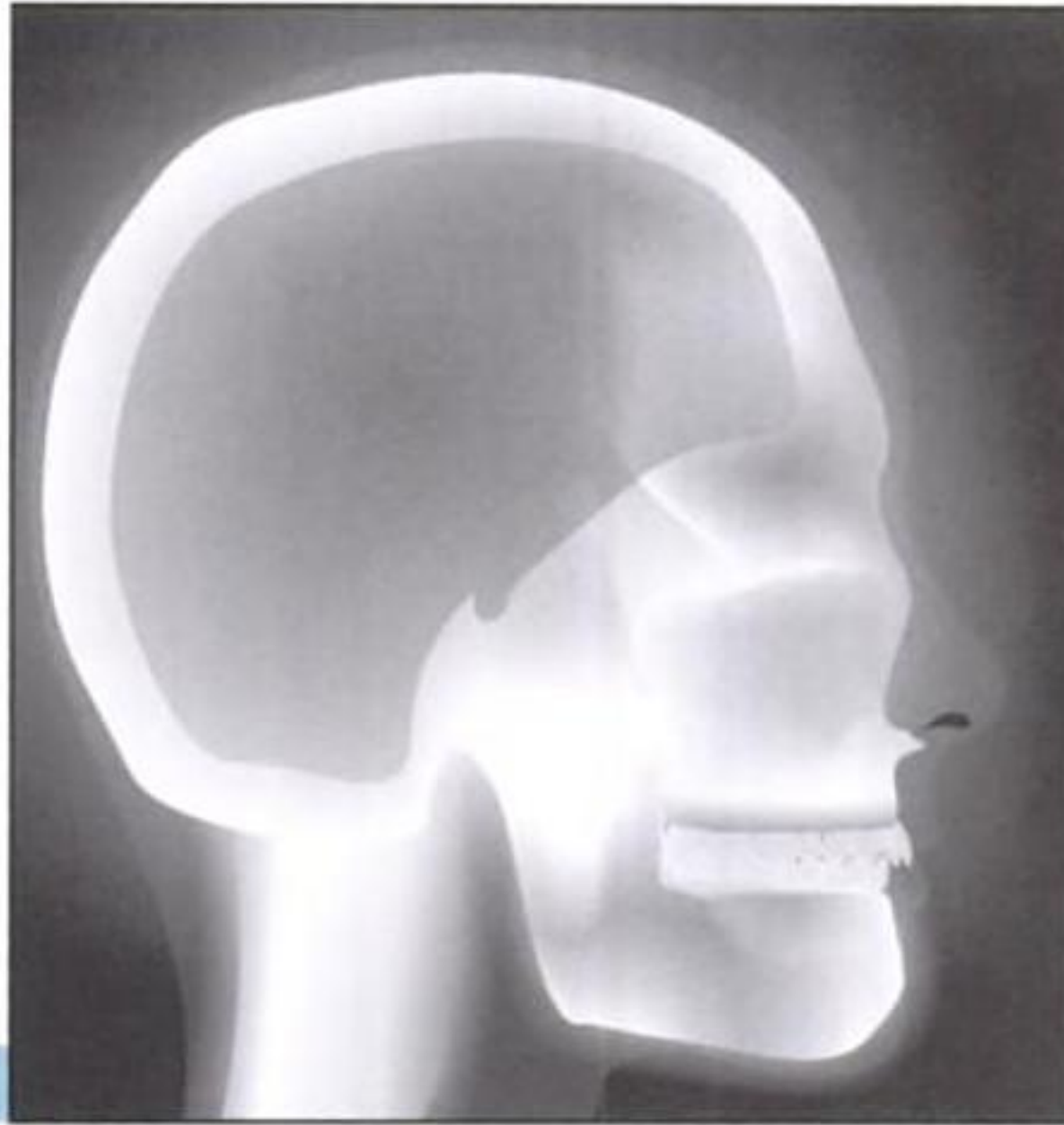


Figura 11-5

Esquema de radiografía lateral de cráneo que muestra una osteopetrosis (enfermedad de Albers-Schönberg).

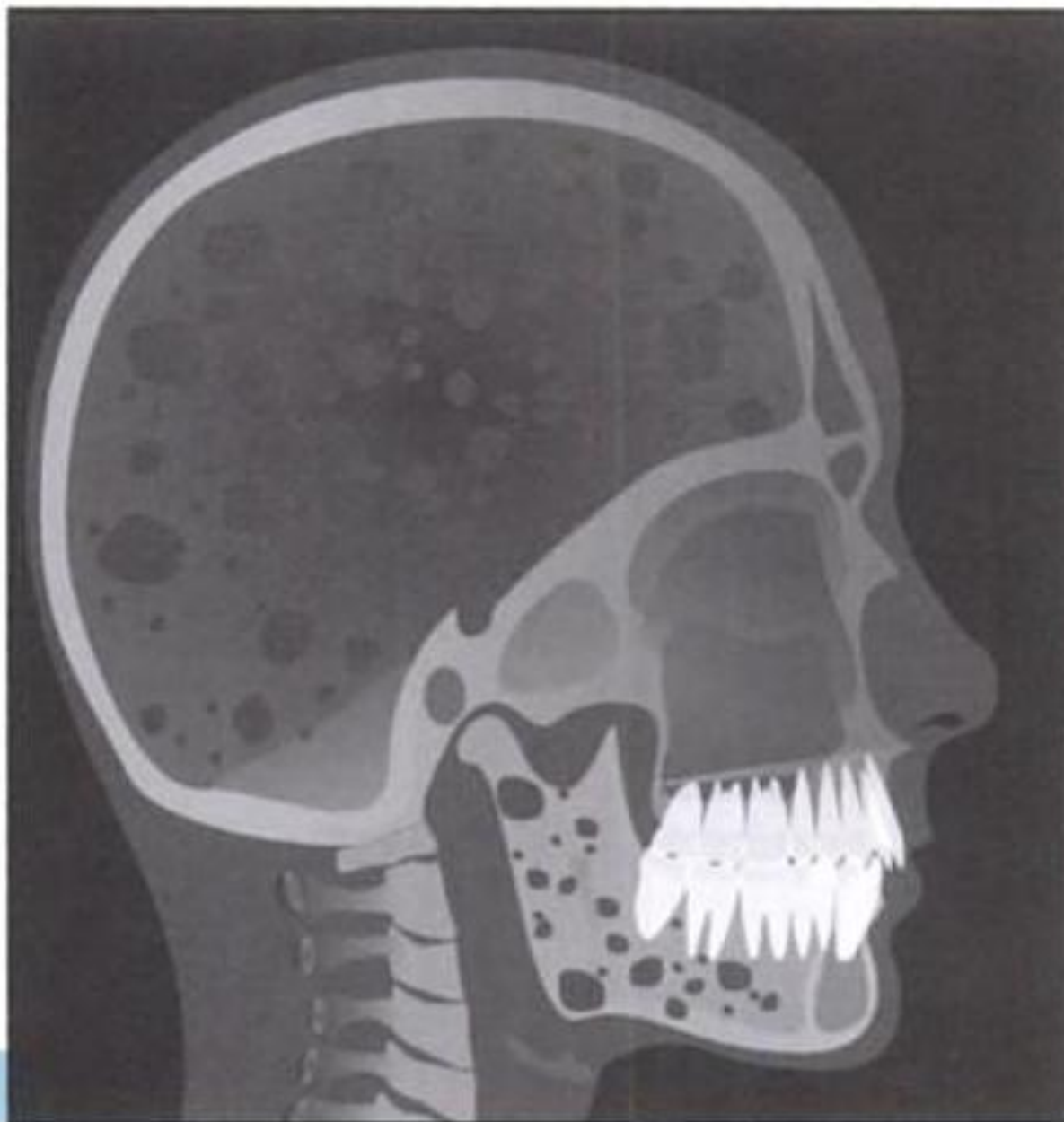


Figura 11-6

Esquema de radiografía lateral de cráneo que muestra un mieloma múltiple.

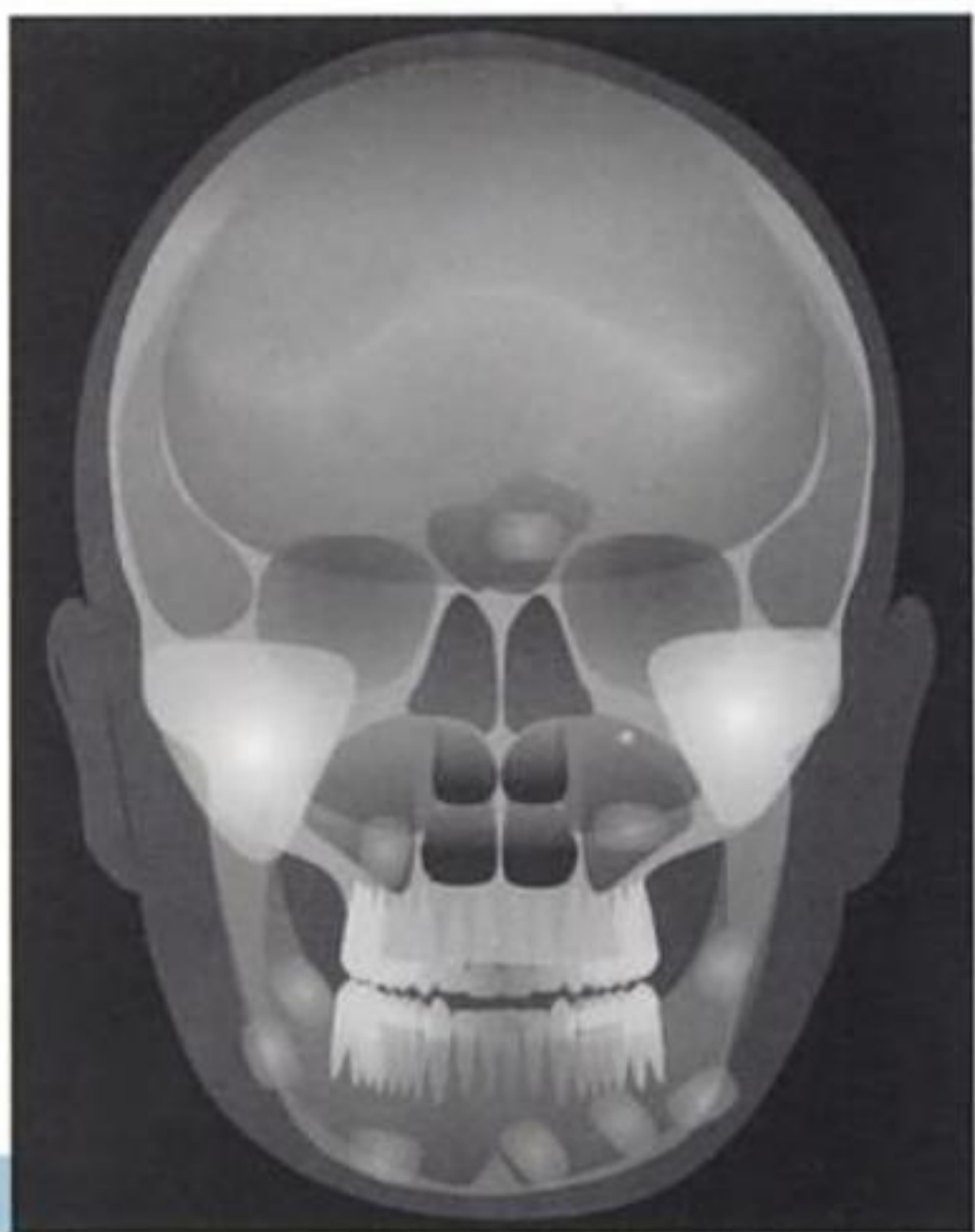


Figura 11-7

Esquema de radiografía frontal de cráneo que muestra osteomas múltiples en un síndrome de Gardner.

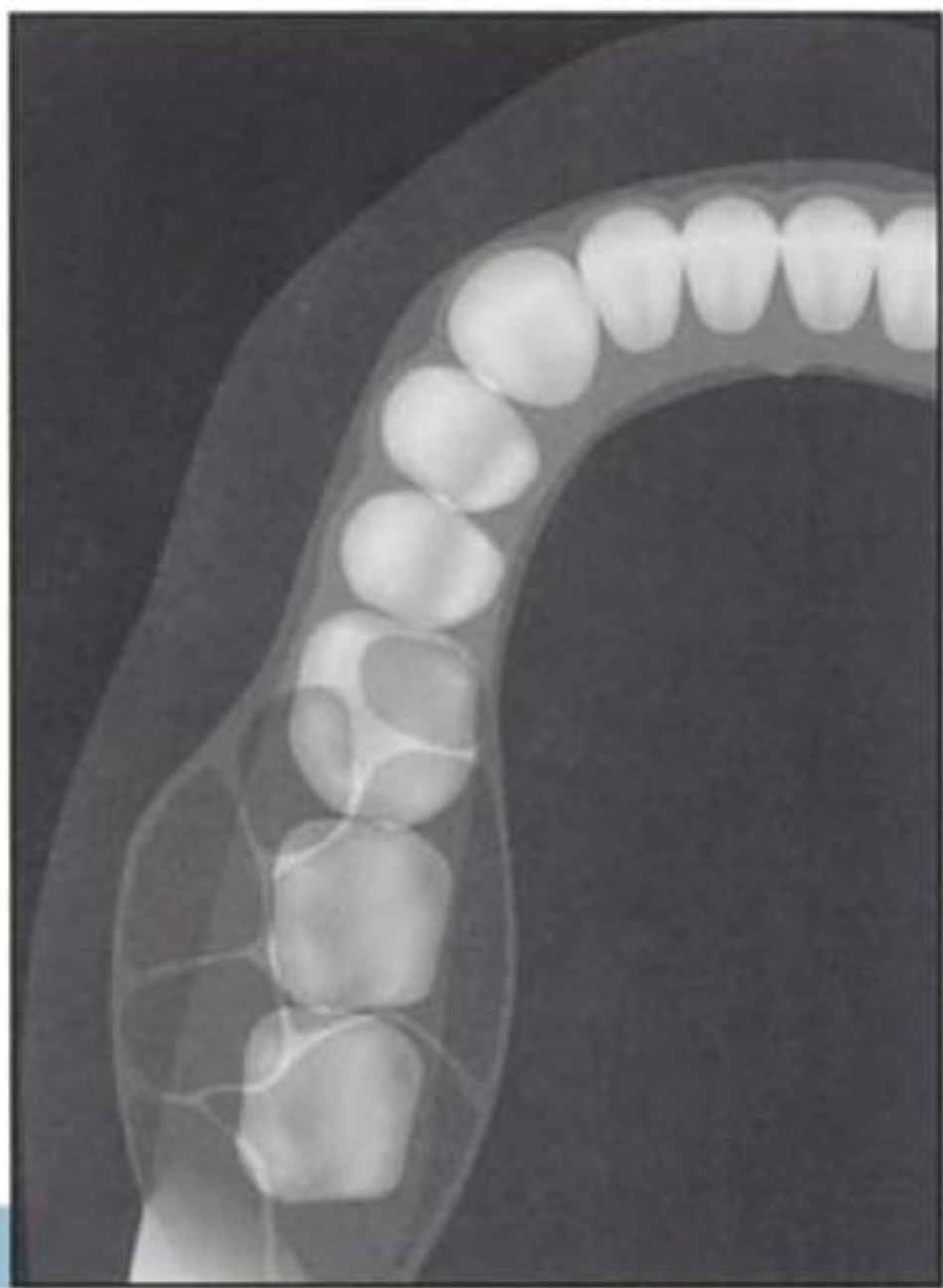


Figura 11-8

Esquema de radiografía oclusal que muestra un abombamiento de las corticales mandibulares, debido a un proceso que se manifiesta con imágenes multiloculares (ameloblastoma).



Figura 11-9

Esquema de radiografía oclusal que muestra un torus mandibular.



Figura 11-10

Esquema de radiografía oclusal que muestra un abombamiento de las corticales mandibulares, debido a un proceso que se manifiesta con imagen unilocular (ameloblastoma, queratoquiste).

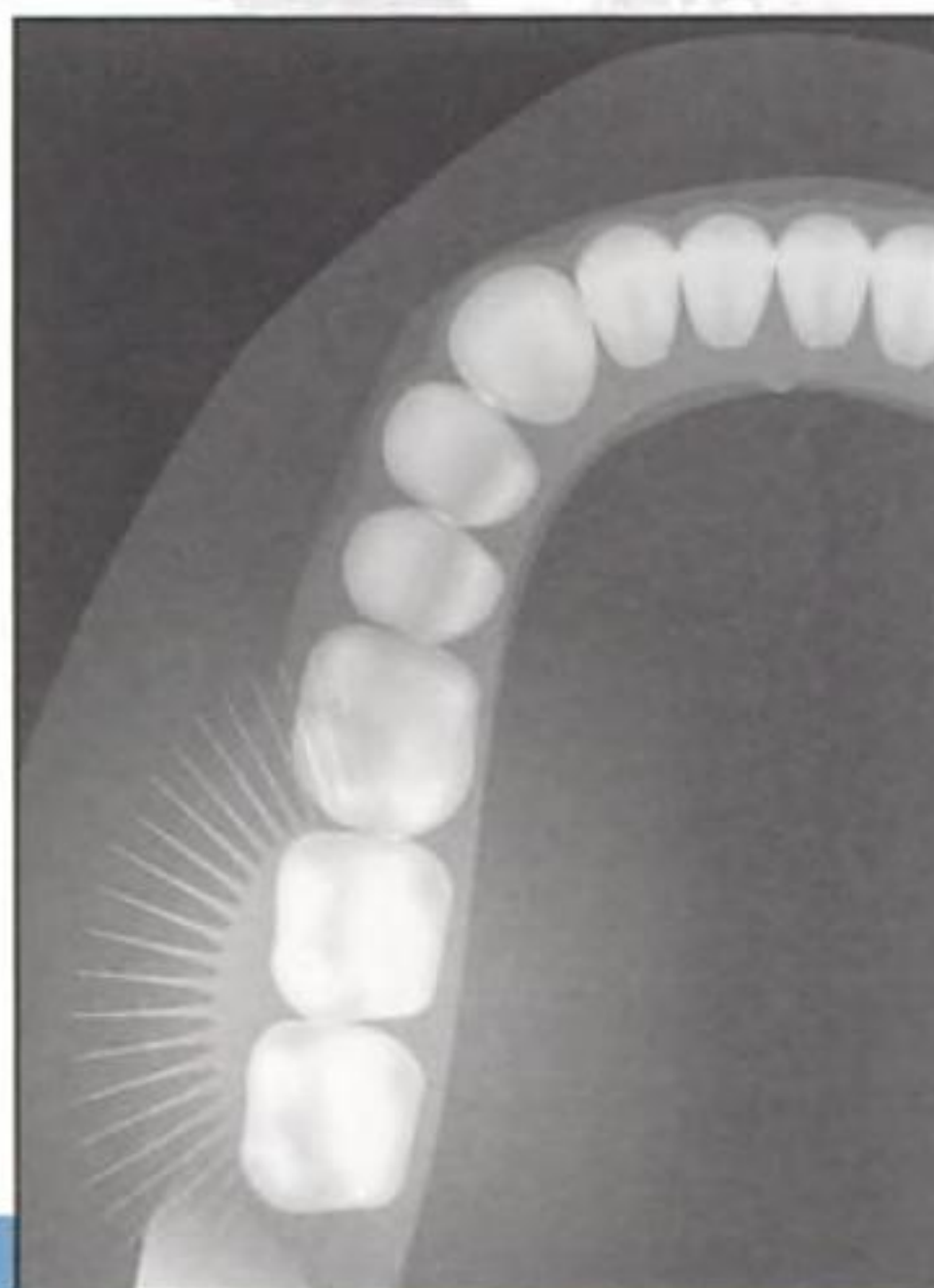


Figura 11-11

Esquema de radiografía oclusal que muestra una imagen en «sol radiante» (osteosarcoma) por alteración de la cortical ósea.



Figura 11-12

Esquema de radiografía oclusal que muestra un abombamiento de las corticales mandibulares, con imagen «en piel de cebolla» (osteomielitis crónica de Garré).

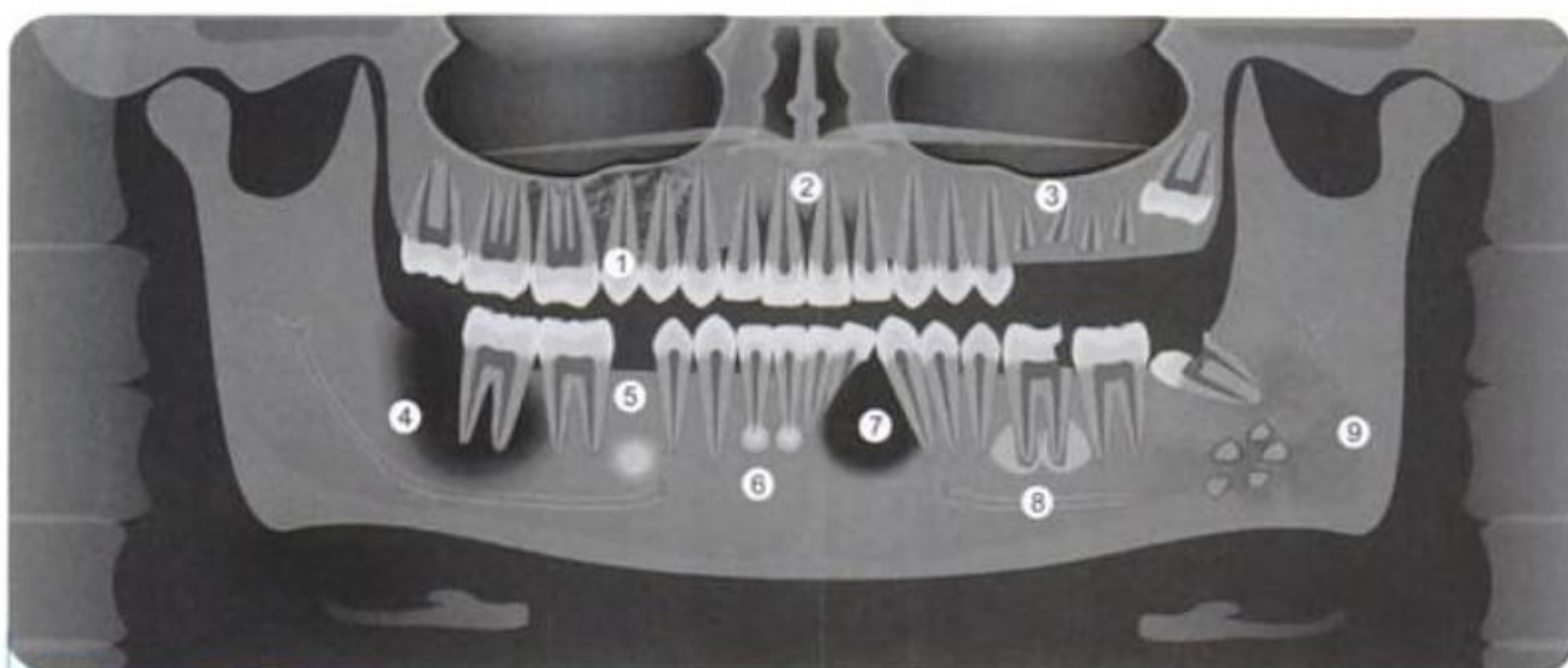


Figura 11-13

Esquema de ortopantomografía con distintos ejemplos de patología inflamatoria.

1. Hiperparatiroidismo. / 2. Periodontitis crónica. / 3. Raíces y dientes incluidos.
 4. Granuloma eosinófilo. / 5. Osteítis focal residual. / 6. Displasia periapical cementaria.
 7. Granuloma central de células gigantes. / 8. Osteomielitis focal esclerosante. / 9. Osteomielitis crónica.

En este manual se pretende destacar los aspectos más significativos y las características radiológicas principales de estas lesiones, sin buscar descripciones exhaustivas de cada entidad. Se aconseja al lector que consulte obras de mayor envergadura y alcance (como las sugeridas en la bibliografía), con la finalidad de completar sus conocimientos en relación con la patología revisada. Esperamos que este libro sea un estímulo para ello.

TRASTORNOS INFLAMATORIOS Y DISPLÁSICOS DE LOS MAXILARES

Las principales patologías nosológicas que considerar son: osteítis y osteomielitis, osteorradionecrosis, displasia cementaria periapical, displasia fibrosa, queruismo, osteítis deformante (enfermedad de Paget), histiocitosis X o de células de Langerhans, hiperparatiroidismo e hiperplasias (torus palatino y lingual, exostosis, enostosis).

Osteítis y osteomielitis. Son inflamaciones agudas o crónicas de los huesos, con frecuencia asociadas a infecciones odontógenas o a traumatismos diversos. Entre los microorganismos responsables, pueden aislarse cocos y bacilos gram-positivos y gramnegativos, tanto aerobios como anaerobios. Estos cuadros clínicos suelen cursar con dolor, fiebre, tumefacción, parestesias y adenopatías. Si persisten, puede producirse la reabsorción ósea y radicular de los dientes adyacentes. Pueden formarse abscesos intraóseos, que, a su vez, tienden a fistulizar.

estadio precoz osteolítico, un estadio intermedio cementoblástico y un estadio final maduro. Este se caracteriza por una radiopacidad densa bien definida. Puede ser local (afectando a uno o a pocos dientes) o difusa (afectando a muchos dientes). El ligamento periodontal se mantiene al margen o separado de las lesiones. No precisa tratamiento.

Displasia fibrosa. Consiste en un aumento exacerbado del tamaño de los huesos durante el crecimiento. Su etiología es desconocida. Se manifiesta en diversas formas clínicas: *a*) monostótica (que es la más frecuente y afecta a un solo hueso); *b*) polioestótica (con afectación de varios huesos), y *c*) síndrome de Albright (se asocian manchas cutáneas «café con leche», pubertad precoz, fracturas patológicas). La forma monostótica es más frecuente en mujeres y suele asentar en el maxilar superior, pero puede afectar a la mandíbula. Se manifiesta como una tumefacción en la región de premolares y molares. Puede provocar desplazamiento de los dientes, dolor, cefaleas, trastornos de la olfacción (anosmia) e hipoacusia. El diagnóstico radiológico se caracteriza por una primera fase de radiotransparencias elongadas en el maxilar, que más adelante se transforman en espículas óseas con aspecto de «vidrio esmerilado». Los límites de la lesión son imprecisos. En la mandíbula suelen dar imágenes multiloculares. Su evolución, sobre todo en el maxilar, es hacia un aspecto radiodenso, en «bola de algodón». La histopatología se caracteriza por una trabeculación característica, en forma de escritura china. Los valores bioquímicos hemáticos de calcio, fósforo y fosfatasas alcalinas son normales. El diagnóstico diferencial debe realizarse con: osteítis deformante (enfermedad de Paget), osteomielitis esclerosantes, displasia cementaria periapical, fibroma cementoosificante, sarcomas y otras radiotransparencias mal delimitadas.

Su tratamiento exige cirugía radical, si las lesiones son agresivas, o cirugía más conservadora, cuando las lesiones son pequeñas. Un 0,5-1 % de los casos puede malignizar, por lo que la radioterapia está contraindicada.

Querubismo. Es una displasia fibrosa familiar hereditaria. Se hereda con carácter autosómico dominante. Afecta al suelo de la órbita, elevándolo. Afecta también a la zona posterior del maxilar y la mandíbula, de forma simétrica. El nombre se debe al aspecto regordete de las mejillas y la mirada «hacia el cielo», que pudiera recordar el aspecto de los querubines pintados por Rubens. Suele cursar con retenciones dentarias. La evolución del cuadro por lo general se estabiliza en la pubertad o en los primeros años de la edad adulta. En el estudio radiológico pueden observarse radiotransparencias multiloculares («en vidrio esmerilado», como en la displasia fibrosa). Suelen hallarse dientes retenidos o alteraciones en la formación de los molares definitivos. En el estudio histopatológico se observa, en un principio, presencia de células gigantes multinucleadas. Con posterioridad, estas células son sustituidas por tejido fibroso y finalmente son reemplazadas por tejido óseo. En el diagnóstico diferencial de-

ben incluirse la displasia fibrosa y los tumores de células gigantes. Hasta después de la pubertad, se debe intentar mantener las funciones masticatoria y estética. Si es preciso, puede recurrirse entonces a la cirugía correctora, como tratamiento definitivo.

Osteítis deformante (enfermedad de Paget). Tal como sugiere el nombre genérico de esta patología, se trata de una alteración monostótica o poliestótica, de etiología desconocida, consistente en un trastorno del metabolismo óseo con reacciones mixtas osteoclásticas y osteoblásticas. En el 90 % de los casos esta alteración es asintomática. Su evolución es de progresión lenta. Entre sus complicaciones cabe destacar fracturas patológicas, artrosis, trastornos neurológicos, alteraciones cardiovasculares, litiasis, sarcomas, etc. En el diagnóstico radiológico se distingue una etapa osteolítica temprana en el cráneo (radiotransparencia difusa), que en los maxilares puede recordar el aspecto del «vidrio deslustrado». En un estadio intermedio, el aspecto es más «algodonoso», con imágenes radiopacas en un fondo radiolúcido. En estadios más avanzados, el hueso ha madurado, predominando grandes áreas radiopacas frente a escasas imágenes radiolúcidas. En las raíces dentarias puede observarse hipercementosis, con pérdida de la lámina dura o reabsorción radicular. En el estudio histopatológico, al principio se observa una reabsorción activa de hueso, con muchos osteoclastos y pequeñas trabéculas óseas, diseminadas en una estroma fibrosa. Más adelante aumenta la trabeculación, hasta que se forma un hueso denso, con pequeños espacios fibrovasculares entre las trabéculas. El estudio bioquímico demuestra un aumento de la actividad de la fosfatasa alcalina, con valores de calcio y fósforo normales en sangre; la cantidad de hidroxiprolina en orina está aumentada. En el diagnóstico diferencial deben tenerse en cuenta: osteomielitis crónica, hiperparatiroidismo, displasia fibrosa, fibroma osificante, mieloma múltiple, linfomas, sarcomas y metástasis óseas.

El tratamiento requiere, en principio, la administración de bifosfonatos o de calcitonina, que disminuyen la actividad osteoclástica. Los antiinflamatorios no esteroideos pueden contribuir a prevenir molestias derivadas de las alteraciones metabólicas asociadas. En la medida de lo posible, debe evitarse el tratamiento quirúrgico, ante el riesgo existente de que se produzcan hemorragias y osteomielitis.

Histiocitosis X o de células de Langerhans. Son un grupo de enfermedades de origen desconocido, que pueden manifestarse con distintas formas clínicas:

1. Reticulohistiocitosis congénita (enfermedad de Hashimoto-Prizker).
2. Forma aguda diseminada (enfermedad de Letterer-Siwe).
3. Forma crónica difusa (enfermedad de Hand-Schüller-Christian).
4. Forma crónica localizada o granuloma eosinófilo.

El diagnóstico es clínico y se basa en las manifestaciones sistémicas, que pueden tener cualquier localización. Los histiocitos de Langerhans (células dendríticas intraepiteliales, S100+) penetran en los tejidos afectados, remodelando un tumor infiltrante. Desde el punto de vista radiológico, se detectan lesiones osteolíticas. El estudio histopatológico muestra células con citoplasma eosinófilo y núcleo centrado, que contienen unas vesículas picnóticas (gránulos de Birbeck), así como células gigantes multinucleadas y células inflamatorias. En el diagnóstico diferencial deben considerarse:

1. En formas cutáneas: dermatitis atópicas.
2. En la cavidad oral: sarcoidosis, tumores de células gigantes, grandes lesiones quísticas de los maxilares, osteítis deformante (enfermedad de Paget), mieloma múltiple y metástasis.

El tratamiento requiere extirpación y legrado de las lesiones solitarias, así como quimioterapia con agentes citotóxicos. La radioterapia y los corticoides tópicos pueden ser útiles en las lesiones cutáneas.

Hiperparatiroidismo. El aumento de actividad de las glándulas paratiroides se manifiesta por alteraciones óseas, litiasis y calcificaciones ectópicas. Estas pueden acompañarse de patología abdominal y trastornos psíquicos, debidos a una alteración del metabolismo del calcio. Las formas clínicas permiten diferenciar: *a)* hiperparatiroidismo primario (por alteración glandular de la secreción de hormona paratiroidea [PTH]); *b)* hiperparatiroidismo secundario (aumento de la PTH por hipocalcemia: induce reabsorción ósea con liberación de calcio y fósforo), y *c)* hiperparatiroidismo terciario (curso con formación de tumores, cuando la forma anterior se prolonga mucho tiempo). En el estudio radiológico se observa una erosión subperióstica de las falanges medias o de otros huesos, así como una pérdida de la lámina dura dentaria y osteítis fibrosa generalizada. En el estudio histopatológico se hallan trabéculas estrechas diseminadas en una estroma fibrosa, sobre todo en los huesos largos y en el cráneo. En los maxilares puede observarse el tumor de células pardas (osteítis fibrosa), con aspecto de granuloma central de células gigantes. Puede ser el único signo de la enfermedad. El diagnóstico diferencial debe plantearse, principalmente, frente a patologías como: osteoporosis, osteomalacia, osteítis deformante (enfermedad de Paget), mieloma múltiple, displasia fibrosa y ameloblastomas.

En las formas primaria y terciaria de hiperparatiroidismo deben extirparse los tumores que se formen. En la forma secundaria hay que compensar la disfunción renal, administrando suplementos de calcio y vitamina D y reduciendo el aporte de fosfatos de la dieta. El tratamiento quirúrgico requerido puede ser la paratiroidectomía subtotal.

Hiperplasias óseas. Se incluyen entre ellas excrecencias o tumoraciones óseas benignas, como son unos osteomas con asiento típicamente medial, en el centro del paladar (torus palatino), o situados, por lo general simétricamente, de forma protuberante lingual en la región de los premolares inferiores (torus mandibulares). No revisten patología, si bien pueden plantear en alguna ocasión diagnóstico diferencial radiológico con otros tipos de osteomas, con crecimiento exofítico (exostosis) o endofítico (enostosis), cuya importancia radica en que pueden formar parte de síndromes más complejos, como en el caso de la poliposis familiar adenomatosa intestinal, con osteomas y quistes dermoides (síndrome de Gardner). La mayor importancia de esta circunstancia radica en que esta patología, de carácter hereditario, cursa con malignización de los pólipos intestinales en edades medias de la vida y que la detección precoz de los osteomas, mediante técnicas radiológicas, puede favorecer un diagnóstico y un tratamiento también precoces de la patología intestinal.

■ QUISTES DE LOS MAXILARES

Los quistes son formaciones patológicas que adoptan el aspecto de una bolsa cerrada. Suelen estar revestidos de una membrana y contener una sustancia líquida o semilíquida. Algunas formaciones parecidas no tienen membrana de revestimiento y en realidad son pseudoquistes o falsos quistes. Su clasificación y prevalencia se resume en las tablas 11-8 y 11-9. El líquido de su interior puede ser excretado por células que tapizan la cavidad o proceder de líquido tisular. Puede ser claro o turbio, incoloro o con color, fluido y acuoso o espeso y cremoso, y puede contener cristales de colesterol. Los quistes en los maxilares son más frecuentes que en cualquier otro hueso, debido a que la mayoría de ellos se forman a partir de los numerosos restos de epitelio odontogénico que quedan tras la formación de los dientes. En las radiografías forman zonas de radiolucidez, a menudo con un borde hiperostótico. Los quistes grandes pueden abombar las paredes corticales, pero no las rompen. Sus límites óseos suelen estar intactos. A continuación se describen algunos de los más frecuentes.

Quiste radicular. Es el más frecuente de los quistes odontogénicos. Representa la ulterior etapa del granuloma dental, del que sólo puede diferenciarse radiográficamente por el tamaño (a partir de 15 mm de diámetro), aunque la mayoría de ellos no exceden el centímetro. Suelen ser periapicales y si son laterales a la raíz se debe a que provienen de un foramen accesorio.

Radiología. La corona del diente al que acompaña suele evidenciar signos de gran destrucción o de anteriores restauraciones (fracasadas). La radiolucidez es unilocular, redondeada u ovoide (dependiendo de su ubicación), siempre bien

Quiste dentígero (también conocido como quiste folicular). Se forma alrededor de la corona del diente en desarrollo sin erupcionar. Empieza a formarse por acumulación de líquido en las capas de epitelio de esmalte reducido o entre el epitelio y la corona. Se relaciona con problemas de erupción o impactación dentaria. Tiene mucha capacidad de crecimiento, aislando el diente en gran medida. Suele afectar a adultos jóvenes o adolescentes. La característica fundamental del quiste dentígero es su capacidad de expansión.

Radiología. Lesión radiolúcida perfectamente delimitada (como todo quiste) relacionada con la corona de un diente que presenta dificultad en su erupción. El borde suele ser hiperostótico y su contorno unilocular. Normalmente no incluye la raíz.

Quiste lateral periodontal. Se trata de un quiste inflamatorio. Se observa con mayor frecuencia en la mandíbula, normalmente entre incisivo lateral y canino. Cuando se diagnostica suele ser grande (1 cm). Se proyecta lateralmente a la raíz de la pieza afectada y adopta la imagen propia de un quiste.

Queratoquiste. Es el que más recidiva. Su contenido es cremoso y contiene escamas de queratina. Se localiza preferentemente en la mandíbula y en la zona del tercer molar, y se extiende hacia el cuerpo o la rama. Cuando son múltiples y bilaterales (5 % de los casos), forman parte del síndrome névico de células basales (múltiples queratoquistes mandibulares bilaterales, múltiples carcinomas basocelulares en piel de cara o cuello preferentemente y alteraciones esqueléticas, como costillas bífidas –síndrome de Gorlin–).

Radiología. Puede ser uniloculado o multiloculado, según su tamaño.

Quiste del conducto nasopalatino. Este es un quiste no odontogénico, que surge a partir de los remanentes epiteliales del conducto nasopalatino. Cuando un quiste nasopalatino aumenta de tamaño, puede crecer posteriormente y alcanzar diferentes partes del paladar duro (quiste palatino medio). Puede extenderse hacia adelante, entre los incisivos centrales, destruyendo la placa labial del hueso y provocando una divergencia de las raíces y una convergencia de las coronas, así como la aparición de una hinchazón justo por debajo del frenillo labial.

Radiología. Da lugar a una imagen radiolúcida cistiforme, que se superpone a los ápices de los incisivos centrales; puede confundirse con el foramen incisivo anterior, especialmente cuando es grande.

TUMORES DE LOS MAXILARES

Atendiendo a sus tejidos de origen, estos tumores pueden dividirse en odontogénicos y no odontogénicos. Cada uno de estos tipos, a su vez, puede adoptar criterios de benignidad o de malignidad, dependiendo de las características que atañen a su crecimiento, desarrollo, capacidad de invasión de los tejidos circun-

dantes, etc. Si bien su descripción detallada excede los objetivos de esta obra, cabe decir de ellos que el diagnóstico definitivo es histopatológico y el tratamiento quirúrgico. La clasificación de los mismos se expone en la tabla 11-10.

En más del 90 % de los casos, el tumor maligno que con mayor frecuencia afecta a la cavidad oral es el carcinoma espinocelular. Cuando se detecta en estadios precoces, afecta tan sólo a tejidos blandos. En ese caso, el tratamiento y el pronóstico son relativamente favorables. Si no ocurre de ese modo, el carcinoma escamoso es capaz de infiltrar el hueso subyacente y de causar lesiones como la que se muestra en la figura 11-14.

Tabla 11-10 Clasificación de los tumores de los maxilares

TUMORES ODONTOGÉNICOS BENIGNOS
Tumores con epitelio odontogénico, sin ectomesénquima odontogénico
Ameloblastoma
Tumor escamoso odontogénico
Tumor odontogénico epitelial calcificante (de Pindborg)
Tumor odontogénico de células claras
Tumores con epitelio odontogénico y ectomesénquima odontogénico con o sin formación de tejidos mineralizados
Fibroma ameloblástico
Fibrodentinoma ameloblástico (dentinoma) y fibroodontoma ameloblástico
Odontoameloblastoma
Tumor odontogénico adenomatoide
Quiste odontogénico calcificante (Gorlin)
Odontoma complejo
Odontoma compuesto
Tumores del ectomesénquima odontogénico, con o sin epitelio odontogénico
Fibroma odontogénico
Mixoma (mixoma odontogénico, mixofibroma)
Cementoblastoma benigno

TUMORES ODONTOGÉNICOS MALIGNOS
Carcinomas odontogénicos
Ameloblastoma maligno
Carcinoma intraóseo primario
Variantes malignas de otros tumores epiteliales
Cambios malignos en quistes odontogénicos
Sarcomas odontogénicos
Fibrosarcoma ameloblástico
Fibrodentinosarcoma ameloblástico
Fibroodontosarcoma ameloblástico
Carcinosarcoma odontogénico

CONSIDERACIONES DIAGNÓSTICAS DE LAS LESIONES PERIAPICALES

Concepción Ferreiro Rodríguez y Eduardo Chimenos Küstner

Las lesiones periapicales resultantes de la necrosis pulpar son las condiciones patológicas más comunes del hueso alveolar. Aunque hay numerosos informes de lesiones no endodóncicas, tanto benignas como malignas, la gran mayoría son granulomas periapicales, quistes o abscesos. El diagnóstico de las lesiones periapicales debe basarse en la realización de una historia clínica exhaustiva, mediante la cual se obtiene la información inicial sobre los signos y síntomas. Durante la elaboración de la historia odontológica deben formularse preguntas relevantes que orienten el diagnóstico. Para llegar a un diagnóstico correcto, es esencial realizar el análisis sistemático de las respuestas del paciente a los exámenes clínicos y preguntas. Sin embargo, en algunos casos el paciente presenta signos y síntomas no concordantes que pueden dificultar el diagnóstico. La exploración clínica comprende el examen visual extraoral y el examen intraoral. Durante el examen extraoral se debe observar si existe asimetría facial, que puede indicar la presencia de inflamación de origen dentario o incluso una enfermedad sistémica. También se debe observar si hay más de una lesión; en el caso de que sea así, debe considerarse si aparecen al azar o siguiendo el trayecto de algún nervio. Las lesiones faciales en ocasiones pueden indicar que la fuente del problema es un diente, como es el caso de un trayecto fistuloso que drene a través de la piel.

Un trayecto fistuloso extraoral puede ocurrir como resultado de un proceso inflamatorio asociado a un diente con pulpa necrótica, pero también puede ser producido por un proceso no odontogénico, por lo que el diagnóstico diferencial de este hallazgo clínico es de gran importancia para evitar errores de diagnóstico que pueden llevar al fracaso en la curación del proceso o al tratamiento innecesario. Los trayectos fistulosos extraorales de origen dental pueden confundirse con una amplia variedad de enfermedades, que incluyen las infecciones cutáneas locales, oclusión de un folículo piloso o de una glándula sudorípara, osteomielitis, neoplasias, tuberculosis, actinomicosis y fístula congénita del labio superior. Las posibles causas dentales incluyen traumatismo, raíces retenidas, infección crónica residual en la mandíbula e infección pulpar. El rastreo de la fístula con una punta de gutapercha debe ser realizado de manera sistemática. Asimismo, deben hacerse pruebas de vitalidad pulpar, para determinar si el

origen del exudado es ese, teniendo en cuenta los posibles falsos positivos o falsos negativos de estas pruebas.

El examen intraoral de los tejidos dentarios debe estar orientado a buscar signos de caries, abrasión, atrición y erosión dental, defectos del desarrollo, fracturas, restauraciones defectuosas y dientes oscurecidos. En los tejidos blandos es importante observar si existen cambios en su color o su contorno, así como la presencia de inflamación o de fístulas. Al igual que las fístulas extraorales, las intraorales deben ser exploradas siempre que sea posible, introduciendo una punta de gutapercha a través del orificio de drenaje para observar su trayecto con la ayuda de una radiografía periapical de la zona (fig. 12-1). La palpación es un importante elemento de examen oral. Si el mucoperiostio subyacente a una inflamación periapical se encuentra afectado, es posible que pueda ser detectado mediante la palpación, e incluso el paciente puede referir sensibilidad o dolor al realizar esta maniobra. También debe palparse el área submandibular, en busca de ganglios linfáticos que puedan estar afectados por el proceso. Cuando el proceso inflamatorio se extiende más allá del foramen apical y afecta al ligamento periodontal, resulta más fácil identificar el origen del dolor que si se encuentra limitado a la pulpa. La percusión sobre el diente afectado es una prueba esencial para descubrir si hay inflamación en la región periapical, específicamente en la parte apical del ligamento periodontal. La movilidad del diente es directamente proporcional a la integridad y extensión de la inflamación del ligamento periodontal. El exudado purulento de un absceso apical agudo puede causar la movilidad transitoria del diente.

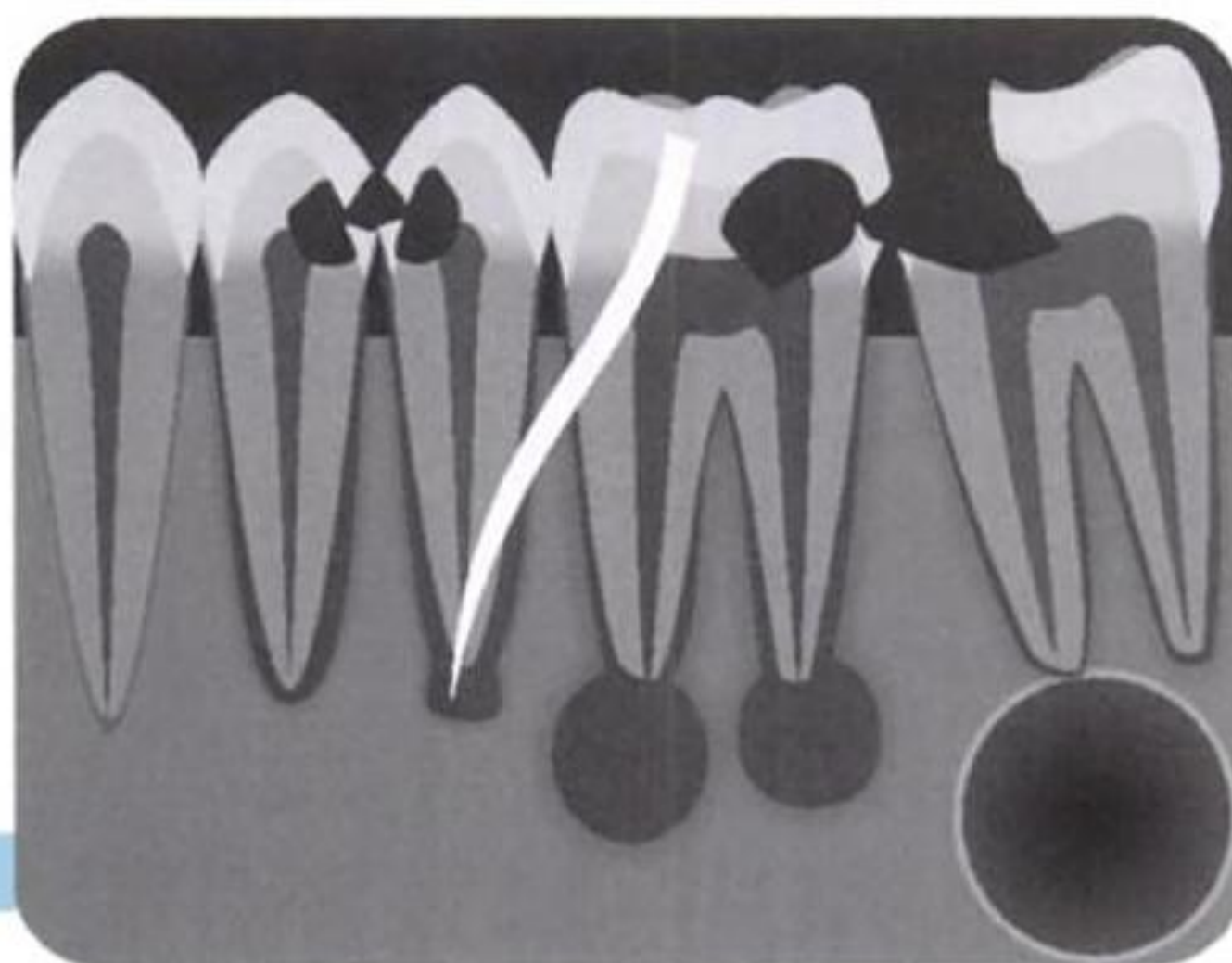


Figura 12-1

Lesiones periapicales diversas (compatibles con granuloma o quiste periapical) y rastreo de una fístula con gutapercha, en el esquema de una proyección radiográfica periapical.

Las radiografías constituyen una ayuda esencial para determinar el origen de los signos y síntomas presentes. En ocasiones es necesario realizar varias radiografías y con diferentes proyecciones para conseguir una imagen completa del diente o los dientes afectados. Sin embargo, la confianza excesiva en las radiografías puede llevar a efectuar diagnósticos y tratamientos inadecuados. El descubrimiento de alteraciones en la forma y el tamaño de la cavidad pulpar deben alertar al clínico acerca de posibles cambios inflamatorios o degenerativos pulpares. Con frecuencia la presencia de irritantes de leve intensidad provocan, en el tejido pulpar, una respuesta de defensa que conduce a la formación de dentina terciaria, modificándose así la forma usualmente simétrica de la cámara pulpar o disminuyendo el diámetro de los conductos radiculares. Las calcificaciones pulpares no necesariamente son patológicas, sino que pueden ser el resultado del envejecimiento pulpar. Entre las limitaciones de los procedimientos radiográficos convencionales está la imposibilidad de demostrar la presencia y tamaño de las lesiones en el hueso de manera fiable. Tampoco permiten el diagnóstico diferencial entre lesiones quísticas y no quísticas. No pueden descubrirse fases tempranas de enfermedad del hueso por medio de radiografías convencionales. Una neoplasia secundaria, como por ejemplo el carcinoma metastásico temprano en hueso maxilar, suele pasar inadvertida en un examen radiológico habitual, aunque el paciente tenga dolor, si no está afectado el hueso cortical. Es más, el tamaño de un área radiolúcida puede no estar correlacionado con la cantidad de destrucción del tejido. Una imagen radiolúcida pequeña en una radiografía puede ser indicativa de tanta o más destrucción del hueso que un área radiolúcida grande. La posibilidad de distinguir entre un verdadero quiste y un granuloma puede ayudar a predecir el resultado del tratamiento. La precisión de la *radiografía digital* directa, con contraste fijo o variable, no difiere significativamente de la obtenida con radiografías convencionales para evaluar lesiones periapicales. Ninguna técnica es mejor que otra para el descubrimiento y medida de estas lesiones. Tampoco se han encontrado diferencias significativas entre la *xerorradiografía* y la radiografía convencional. En cambio, la radiografía por sustracción digital permite evaluar mejor las lesiones periapicales que las radiografías convencionales, especialmente para la evaluación del progreso de lesiones periapicales crónicas, a pesar de que resulta imposible la obtención de dos radiografías exactamente iguales para la superposición de imágenes requerida en este método.

La *tomografía computarizada* se ha sugerido como un método útil para establecer un diagnóstico diferencial entre un quiste y un granuloma y para la observación de lesiones extensas, pero su uso sistemático está asociado con altos riesgos de radiación. Recientemente se ha sugerido el uso de *ultrasonidos* a tiempo real para la evaluación de lesiones óseas de origen endodóncico. Los resultados

de las investigaciones sugieren que este examen es de fácil realización, tiene pocos riesgos y las imágenes se obtienen en formato digital, que es fácil de leer, guardar y reproducir. También proporciona el tamaño de la lesión, por lo que podría convertirse en un adjunto útil a la radiografía convencional en relación con las lesiones periapicales extensas. Se ha encontrado además una correlación definida entre la ecoestructura de una lesión, su suministro vascular y la naturaleza de la lesión, lo cual puede permitir diferenciar una lesión quística de un granuloma. Por todas estas ventajas puede ser considerada una nueva técnica de imagen útil en el campo de la endodoncia para el estudio de lesiones periapicales. La experiencia del observador puede influir en la interpretación de lesiones periapicales tempranas. Además, la observación de radiografías en un negatoscopio y la utilización de lentes de aumento proporcionan una sensibilidad óptima, así como especificidad durante la observación radiográfica. La evaluación radiográfica del área periapical comprende varios componentes estructurales y siempre es subjetiva; se trata de un proceso complejo de toma de decisiones, no sólo influenciado por factores científicos, sino también por la interacción de niveles sociológicos y psicológicos.

RADIOGRAFÍA DE LA REGIÓN PERIAPICAL

Cuando se produce una necrosis pulpar, bien sea por caries, traumatismos, materiales de obturación o agresión térmica, los productos metabólicos de la degeneración pulpar o toxinas bacterianas salen al periápice a través del sistema de conductos radiculares, provocando la desmineralización de la lámina cortical. Sin embargo, tan sólo cuando ha ocurrido una destrucción significativa del hueso medular es posible apreciar algún cambio radiográfico sugerente de lesión periapical. Algunos autores han demostrado que las lesiones creadas experimentalmente son visibles en radiografías sólo si la unión de la corteza y el hueso esponjoso es destruida. En las radiografías intraorales no se pueden observar con nitidez las lesiones confinadas dentro del hueso esponjoso: sólo pueden descubrirse las lesiones si hay una perforación del hueso cortical, una destrucción extensa de la corteza del hueso en la superficie exterior o una erosión del hueso cortical de la superficie interna. La aparente destrucción del hueso esponjoso o pérdida del patrón trabecular visible en las radiografías a menudo se debe a una erosión de lo más profundo de la superficie de la corteza del hueso, en el área de la unión entre el hueso esponjoso y el hueso cortical.

El primer cambio periapical apreciable radiográficamente es el ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal por reabsorción de la cortical del fondo del alvéolo y por extrusión del diente como consecuencia de la inflamación. Si el proceso continúa su avance, habrá una destrucción de los tejidos periapicales y radiográficamente se observará la interrupción de la continuidad del espacio del

Tabla 12-1 Lesiones y alteraciones radiolúcidas a considerar en el diagnóstico diferencial radiográfico de la región periapical

Superposición de estructuras anatómicas Conducto nasopalatino Agujero mentoniano Cicatriz periapical (postapicectomía) Granuloma periapical (periodontitis crónica apical) Quistes Queratoquiste odontogénico Quiste del conducto nasopalatino Quiste óseo traumático Quiste residual contiguo Quiste periodontal lateral Infecciones Actinomicosis Histoplasmosis Aspergilosis Lesiones no odontogénicas fibroóseas benignas Fibroma osificante	Displasia focal periapical Displasia cementoósea Displasia ósea florida Displasia periapical cementaria Otras lesiones benignas Tumor de Pindborg Enfermedad de células de Langerhans Osteoblastoma Fibroma odontogénico central Lesiones benignas agresivas Granuloma central de células gigantes Lesiones malignas primarias o metastásicas Osteosarcoma Linfoma Tumores de células plasmáticas Leucemia Carcinomas
--	--

Tabla 12-2 Alteraciones periapicales inusuales que pueden ser confundidas con lesiones radiolúcidas de origen endodóncico

Patología
Queratoquiste odontogénico Quiste del conducto nasopalatino Quiste periodontal lateral Quiste residual Fibroma odontogénico central Displasia periapical cementaria Hiperparatiroidismo secundario a insuficiencia renal crónica Granuloma central de células gigantes Carcinoma metastásico en mandíbula Displasia cementoósea focal Osteoblastoma benigno Inclusión de tejido de la glándula salival (región anterior de la mandíbula) Fibroma desmoplástico Cementoblastoma benigno (lesión temprana) Adenocarcinoma renal metastásico Infecciones: actinomicosis, histoplasmosis, aspergilosis Lesiones malignas: carcinoma, sarcoma, linfoma

- Bender IB, Seltzer S.** Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone I. *J Endod* 2003;29:702-6.
- Bender IB, Seltzer S.** Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone II. *J Endod* 2003;29:707-12.
- Boraks S.** Diagnóstico bucal. São Paulo: Artes Médicas, 2004.
- Cundiff EJ.** Developing cementoblastoma: case report and update of differential diagnosis. *Quintessence Int* 2000;31:191-5.
- Dahlkemper P, Wolcott JF, Pringle GA, Hicks ML.** Periapical central giant cell granuloma: a potential endodontic misdiagnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;90:739-45.
- Filho HN, Matsumoto MA, Fraga SC, Gonçalves ES, Sérvulo F.** Periapical radiolucency mimicking an odontogenic cyst. *Int Endod J* 2004;37:337-44.
- Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Liewehr FR.** Secondary hyperparathyroidism: a case report. *J Endod* 2003;29:272-4.
- Mikrogeorgis G, Lyroudia K, Molyvdas I, Nikolaidis N, Pitas L.** Digital radiograph registration and subtraction: a useful tool for the evaluation of the progress of chronic apical periodontitis. *J Endod* 2004;30:513-7.
- Patel N, Rushton VE, Macfarlane TV, Horner K.** The influence of viewing conditions on radiological diagnosis of periapical inflammation. *Br Dent J* 2000;189:40-2.
- Peters E, Lau M.** Histopathologic examination to confirm diagnosis of periapical lesions: a review. *J Can Dent Assoc* 2003;69:598-600.
- White S, Pharoah M.** Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

DIAGNÓSTICO RADIOLÓGICO DE LAS ALTERACIONES DE LOS SENOS PARANASALES

Miriam Ros Lluch y Eduardo Chimenos Küstner

Los senos paranasales son importantes para el dentista, en especial los senos maxilares, debido a su localización cercana a las estructuras dentales. Las enfermedades de los senos se extienden a los maxilares e imitan procesos odontogénicos. Y a la inversa, los procesos odontogénicos se propagan a los senos e imitan las enfermedades de los senos. En muchas radiografías dentales, como en las periapicales del maxilar o en las panorámicas, aparecen porciones de casi todos los senos paranasales. Todos los senos paranasales se observan en las telerradiografías cefalométricas de cráneo que se realizan para el tratamiento ortodónico o en la cirugía ortognática, aunque no son las mejores proyecciones para su diagnóstico. Sea como fuere, el dentista debe estar familiarizado con la apariencia normal y las enfermedades más comunes de los senos paranasales. El odontólogo ha de saber diagnosticar patología sinusal, aunque a él no le corresponda su tratamiento, y tener la capacidad de detectar anomalías, para su posterior derivación a quien competa, si se da el caso (v. también cap. 8).

RECUERDO ANATÓMICO-FUNCIONAL

Los senos paranasales son cavidades llenas de aire recubiertas por epitelio respiratorio, formado por células mucosas y ciliadas que drenan sus secreciones a la cavidad nasal o a la nasofaringe. La membrana mucosa de los senos es similar a la de la cavidad nasal, pero tiene menor cantidad de glándulas mucosas. En ausencia de enfermedad, el epitelio ciliado mueve el moco hacia las comunicaciones respectivas con las fosas nasales. Estas cavidades sinusales son extensiones de la cavidad nasal dentro de sus respectivos huesos (frontal, etmoides, esfenoides y maxilares). A grandes rasgos, la inervación de la cavidad nasal o de la nasofaringe es compartida por las cavidades sinusales contiguas. El estudio de la disposición de los senos, su drenaje y sus relaciones es muy importante para comprender la extensión de los procesos inflamatorios y tumorales de esta región. En el feto, el primer seno en aparecer es el seno maxilar, seguido del esfenoidal; los senos etmoidales y frontales se desarrollan después del nacimiento.

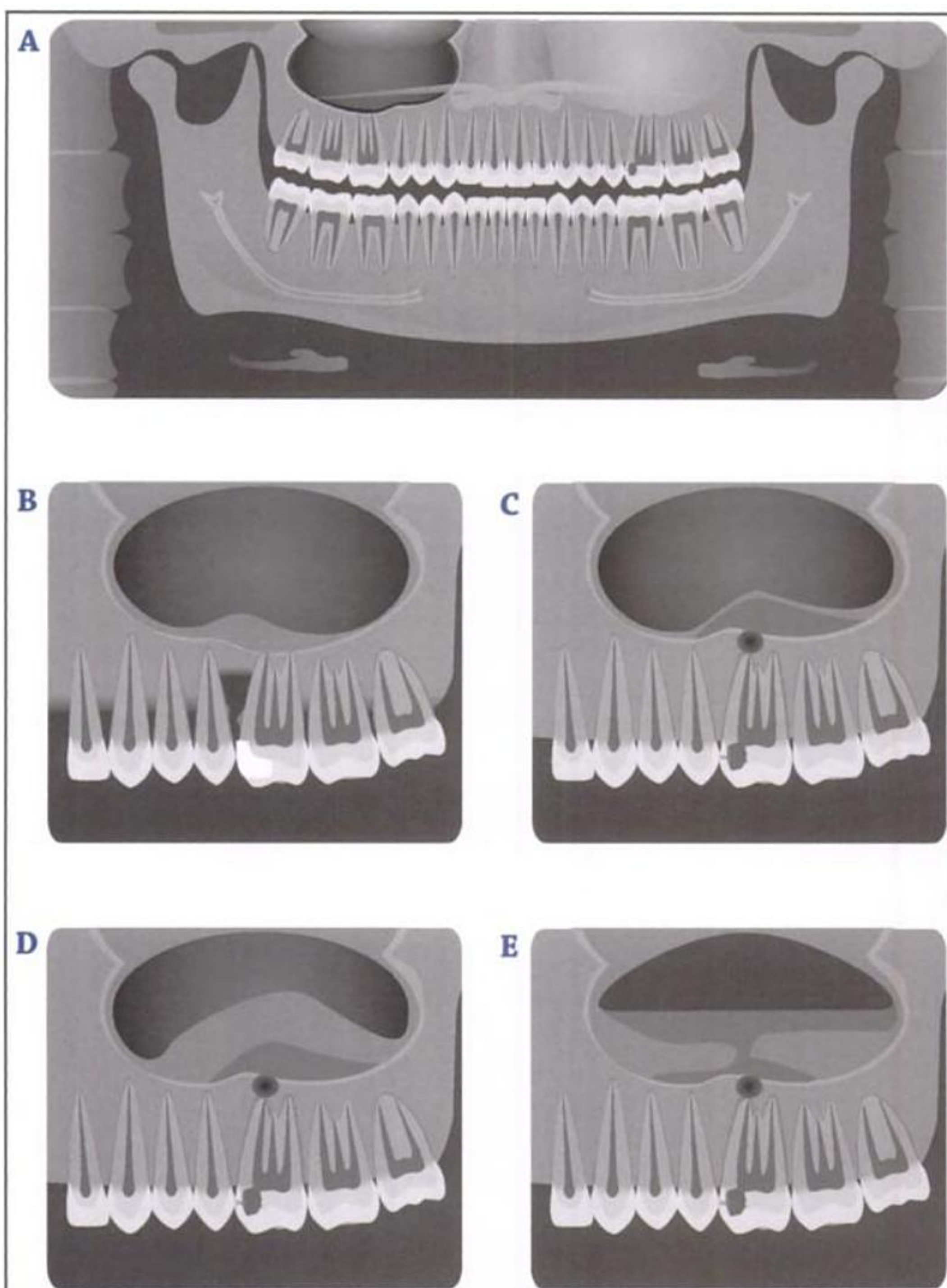


Figura 13-1

Ejemplos esquemáticos de patología sinusal. A) Sinusitis. B) Mucositis. C) Parulia 1'. D) Parulia 2'. E) Empiema.

Empiema. Se trata de una cavidad llena de pus: posiblemente sea una variante del mucocelo o piocele. Puede ser consecuencia de un ostium bloqueado por una membrana mucosa agrandada e inflamada o por cualquier otro proceso patológico (infeccioso) en un periápice dental próximo al seno maxilar.

Sinusitis. La sinusitis es una inflamación inespecífica de las estructuras paranasales. Hoy son menos frecuentes gracias a la antibioterapia, al desarrollo de las terapias rinológicas y odontoestomatológicas. Se entiende por sinusitis maxilar odontógena toda reacción inflamatoria de la mucosa del seno maxilar, como consecuencia de una lesión de origen dentario. Se estima que el 10-15 % de los casos de sinusitis maxilar son de origen dentario. Es una patología casi exclusiva del adulto, siendo raramente observada antes de los 12 años. Las sinusitis odontogénicas suelen presentar una evolución subaguda o crónica, y la infección de origen dentario llega a través del suelo antral. En cambio, las sinusitis maxilares catarrales suelen ser agudas, de causa rinógena, a través del ostium (tabla 13-2).

Tabla 13-2 Etiología de la sinusitis maxilar

Causas dentarias
Periodontitis crónica granulomatosa (más frecuente)
Periodontitis aguda supurada
Osteítis y celulitis
Quistes maxilares (especialmente los radiculares)
Enfermedad periodontal
Inclusiones dentarias
Diversas maniobras iatrogénicas (endodoncias, apicectomías y exodoncias)
Causas nasales
Catarro
Infección nasal

Exploración radiológica de las sinusitis odontógenas. El examen radiológico dentario se debe realizar, en primer lugar, mediante la ortopantomografía, que permite un control global de los dientes y de los maxilares; aunque se debe completar con placas periapicales, para obtener mayor detalle de los dientes y de la estructura periodontal, cuando se sospeche etiología odontogénica. Ante la sospecha clínica de sinusitis maxilar, debe realizarse un examen radiográfico sinusal, siendo el más utilizado la proyección de Waters (naso-mento-placa), que es la que reproduce mejor los senos paranasales y permite la comparación simultánea de ambos senos. En estas radiografías se podrán apreciar mejor signos unilaterales de sinusitis, como: alteración del contorno óseo normal, opaci-

ficación homogénea del seno maxilar, engrosamiento de la mucosa sinusal y existencia de niveles hidroaéreos.

Ante la presencia de sinusitis maxilar unilateral es necesario descartar la presencia de una neoplasia maligna asociada a una sinusitis maxilar crónica. La TC puede dar una información más precisa del estado en que se encuentran los senos maxilares.

Diagnóstico diferencial de las sinusitis odontógenas. Una reacción periostótica debida a una sinusitis aguda puede conducir al diagnóstico erróneo de una pulpitis aguda. Una infección en un diente pulpectomizado o una fístula oroantral mínima puede dar lugar a una sinusitis crónica, con episodios subagudos recurrentes, que pueden dificultar su diagnóstico. Una enfermedad periodontal avanzada puede producir también una sinusitis maxilar crónica, con engrosamiento de la mucosa y esclerosis ósea del suelo del seno maxilar.

Pólipos. Son los pliegues irregulares formados por el engrosamiento de la mucosa sinusal con una inflamación crónica. Dicha hiperplasia poliposa de la mucosa puede ser única o extenderse por todo el seno. Pueden provocar el desplazamiento y la destrucción del hueso: la pared medial o lateral del seno maxilar; en las celdillas etmoidales la pared medial de la órbita (lámina papirácea), dando lugar a una proptosis unilateral.

Características radiográficas. En la radiografía se observa un engrosamiento mucoso mayor que el que se produce en un pseudoquiste de retención, en el que normalmente no se aprecia la membrana de recubrimiento.

Antrolitos. Son el resultado de la calcificación de masas de moco estancado en una zona inflamada de los senos, aunque también pueden producirse ante la presencia de fragmentos radiculares, partículas óseas o cuerpos extraños. Los antrolitos son pequeños y asintomáticos y se descubren por casualidad. Si continúan creciendo pueden pasar a ser sintomáticos y provocar sinusitis asociada, hemorragia nasal, obstrucción nasal o dolor facial.

Características radiográficas. Se suelen encontrar por encima del suelo del seno maxilar en radiografías periapicales y en proyecciones panorámicas. Están bien definidos, con forma lisa o irregular. En su interior pueden observarse imágenes radiopacas, desde imperceptibles hasta muy marcadas, homogéneas o no, que en algunos casos adoptan formas de láminas radiopacas.

Seudoquistes de retención. Los pseudoquistes de retención serosa, que pueden ser o no secretores, son cavidades patológicas llenas de líquido, pero sin el recubrimiento epitelial característico de los quistes. Pueden localizarse en cualquier seno (siendo el seno maxilar el más frecuente) y en cualquier época del año, aunque con mayor frecuencia en primavera y otoño por los cambios estacionales o por la calefacción y el aire acondicionado. Son lesiones asintomáticas y de hallazgo casual. Sin embargo, cuando ocupan todo el seno maxilar, puede producirse un prolapso o extrusión a través del ostium y provocar una obstruc-

ción nasal y posteriormente su excreción nasal. También puede ocurrir que por incremento brusco de la presión (p. ej., un estornudo) se rompan y se expulsen hacia la cavidad nasal, herniándose y rompiéndose de nuevo posteriormente. Los pseudoquistes de retención del seno no se relacionan con extracciones o procesos periapicales.

Características radiológicas. Se ven mejor en la ortopantomografía. Pueden ser unilaterales (más frecuentes) o bilaterales; también es posible encontrar más de un pseudoquiste en un mismo seno. Suelen crecer desde el suelo del seno, aunque también pueden hacerlo a partir de las paredes laterales. Tienen un tamaño variable, desde 1 cm de diámetro hasta ocupar todo el seno y observarse entero radiopaco. Se aprecian como masas radiopacas lisas en forma de cúpula, sin contorno óseo que los delimite; su base puede ser estrecha o ancha, siendo esta última la más frecuente. El aspecto interno es homogéneo y más radiopaco que el aire del seno que lo rodea, debido a la acumulación de fluido; por ello, a veces se pueden observar a su través las estructuras radiológicas normales. En condiciones normales no se detectan efectos sobre las estructuras adyacentes, por lo que el suelo del seno permanece intacto.

Diagnóstico diferencial. Se deben distinguir los pseudoquistes de retención de los quistes odontogénicos, los pólipos sinusales causados por una infección o alergia y las neoplasias de forma redondeada.

Mucocele. Un mucocele es un quiste desarrollado en los senos, constituido por una membrana fibrosa rellena de un líquido aséptico, viscoso, filante, amarillento grisáceo o pardo oscuro. Es una lesión expansiva, favorecida por la obstrucción del ostium sinusal. Este taponamiento provoca una acumulación de moco, con el consiguiente aumento de la presión intrasinusal, que puede traducirse en imágenes radiográficas de adelgazamiento, desplazamiento e incluso destrucción de las paredes del seno.

Características radiológicas. El 90 % se dan en los senos frontales y etmoidales, siendo infrecuentes en los maxilares y esfenoidales. A medida que el mucocele crece puede observarse: redondeo de las paredes del seno, hasta destruirlas; desplazamiento de los dientes o reabsorción radicular, hasta llegar a su pérdida. La estructura interna del seno presenta una radiopacidad uniforme (fig. 13-2).

Diagnóstico diferencial. Aunque no se puede distinguir radiológicamente de una neoplasia maligna, si se asocia con el taponamiento del ostium, es más probable que sea un mucocele. Un quiste odontogénico en el seno maxilar provocando la expansión de sus paredes también puede parecerse a un mucocele. Hay que buscar cualquier distinción, entre las paredes del quiste y las del antro, en el interior del seno; la TC es la técnica de elección para dicha búsqueda.

ma redondeada y con cortical pero, como contiene aire, es más radiolúcido que el líquido del quiste. Aparece incluso más radiolúcido que el seno que le rodea.

NEOPLASIAS DE LOS SENOS PARANASALES

Neoplasias benignas. Las neoplasias benignas de los senos paranasales son raras, con imágenes radiológicas inespecíficas, radiopacas, y llegan a reabsorber hueso por la gran presión que generan. Las más frecuentes son papilomas, osteomas y ameloblastomas.

Neoplasias malignas. Las neoplasias malignas de los senos paranasales son raras; la más frecuente es el carcinoma de células escamosas. Otras neoplasias primarias menos frecuentes son: adenocarcinoma, carcinoma originado en las glándulas salivales menores, sarcoma de tejidos duros y blandos, melanoma y linfoma. Los signos y síntomas clínicos se parecen a los de una sinusitis. En la lesión primaria temprana se aprecia la destrucción del hueso antes de que aparezcan los síntomas. Así, una imagen radiopaca desconocida en el seno maxilar en un individuo mayor de 40 años debe ser investigada con detenimiento.

DISPLASIA FIBROSA

La displasia fibrosa se extiende dentro o en las proximidades de cualquier seno paranasal. La afectación de la displasia fibrosa al esqueleto facial puede provocar: asimetría facial, obstrucción nasal, compresión de la glándula pituitaria, pinzamientos de los nervios craneales y obliteración de los senos cuando el hueso displásico los ocupa. Puede desplazar la raíz de un diente; por lo general, no provoca su reabsorción. Su incidencia es más frecuente en niños y adultos jóvenes (mientras hay crecimiento óseo), aunque también pueden verse en adultos (fig. 13-3).

Características radiológicas. Se localiza con mayor frecuencia en la zona posterior de los maxilares, en la periferia. No suele estar bien definida y tiende a mezclarse con el hueso que la rodea, manteniendo intacta la cortical externa, aunque puede desplazarla. El grado de radiopacidad depende del estadio de desarrollo y la cantidad relativa de hueso presente. En las radiografías intraorales las áreas radiopacas normalmente tienen una imagen característica en «vidrio esmerilado» o «piel de naranja». La displasia fibrosa puede reemplazar la mayor parte del seno y desplazar sus paredes, elevando el piso de la órbita y bloqueando las fosas nasales.

Diagnóstico diferencial. El agrandamiento individualizado y asintomático de los maxilares de pacientes jóvenes es difícil de confundir con otras afecciones que se manifiestan con imágenes radiopacas, entre las que se encuentran: en-

fermedad ósea de Paget (no suele obliterar los senos), odontoma complejo y fibroma osificante.

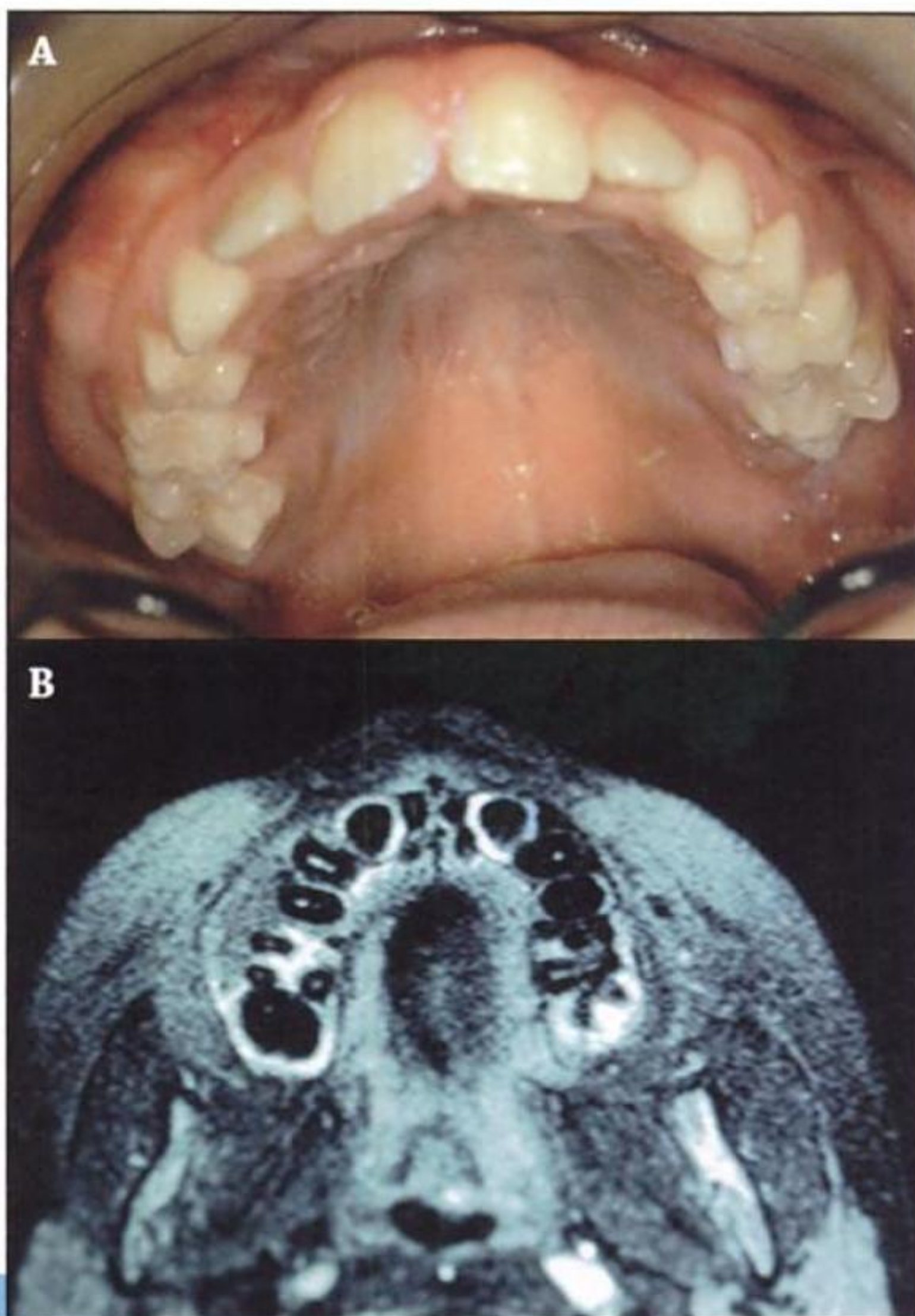


Figura 13-3

A) Imagen clínica de displasia fibrosa del hemimaxilar derecho en un niño de 11 años. B) Resonancia magnética del mismo caso.

LESIONES TRAUMÁTICAS DE LOS SENOS PARANASALES

Impactación de raíces dentro del seno. Las raíces de los dientes se pueden fracturar por diferentes traumatismos y por causa iatrogénica (durante su extracción o intentando recuperar una raíz fracturada).

DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN DE LOS TRASTORNOS DE LA ARTICULACIÓN CRANEOMANDIBULAR

José López López y Eduardo Chimenos Küstner

El diagnóstico de las alteraciones que afectan a la articulación craneomandibular debe basarse en la información obtenida en la anamnesis médica y la exploración física y de los factores psiocoemocionales del paciente. También es importante constatar los síntomas dolorosos y disfuncionales presentes, así como los problemas auditivos, del habla y de la deglución, entre otros. La valoración integral del complejo articular debe incluir los tejidos orofaciales, la función muscular y neurológica, el estudio de la oclusión y de los movimientos mandibulares y la identificación de los posibles hábitos parafuncionales. Si bien las técnicas de diagnóstico por la imagen han mejorado considerablemente en los últimos años, sólo debe recurrirse a ellas cuando se haya llegado a una presunción diagnóstica. A la radiografía simple y tomografía clásica se añaden los ortopantomógrafos modernos, que permiten obtener mejores imágenes de la articulación en sentido anteroposterior y transversal. Tal como se ha indicado con anterioridad, en otro apartado, la tomografía computarizada (TC) es la prueba complementaria que mejor identifica los tejidos duros o elementos óseos, mientras que la resonancia magnética (RM) se describe como la prueba de referencia para valorar tejidos blandos (músculos, ligamentos, menisco), tanto en posición estática como dinámica. También hay que considerar la valiosa aportación que ofrecen la reconstrucción tridimensional, los modelos de espuma de poliuretano y esterolitografía y, en menor grado, la escintigrafía, así como otros métodos diagnósticos (v. también cap. 8). Estas pruebas pueden ayudar a confirmar o poner en duda el diagnóstico previo establecido. No hay que olvidar que los exámenes complementarios permiten obtener información adicional, pero no deben servir para establecer el diagnóstico. Sólo deberían solicitarse cuando la información aportada influya en el plan terapéutico. Existen además algunos aspectos que complican el diagnóstico por la imagen de la articulación temporomandibular (ATM):

1. El cóndilo y la fosa presentan gran variedad anatómica.
2. Las técnicas que informan bien acerca de los tejidos duros no son las ideales para los tejidos blandos, y viceversa.

Tabla 14-1 Clasificación de los trastornos de la articulación temporomandibular según Bermejo

Miopatías

Trastornos funcionales
 (dolor miofascial)
 Dolor miofascial de cabeza y cuello
 Hiperactividad muscular masticatoria
 Mioespasmo
 Rigidez refleja o rigidez muscular protectora
Trastornos traumáticos
 Desgarros y rotura
Trastornos inflamatorios
 Miositis por sobreuso muscular intermitente
 Miositis generalizada por infección
Trastornos degenerativos, endocrinos, metabólicos y tóxicos
 Contractura miofibrótica o trismus crónico

Distrofias
 Miastenias
Trastornos del desarrollo
 Anormogénesis: malformaciones y malfunciones
 Hiperplasias e hipoplasias
 Neoplasias benignas o malignas

Artropatías
 Luxaciones
 Trastornos traumáticos
 Trastornos inflamatorios y anquilosantes
 Trastornos degenerativos
 Trastornos del desarrollo

Tabla 14-2 Clasificación de los trastornos de la articulación temporomandibular según los criterios de la American Academy of Orofacial Pain

11.1. Huesos craneales
 11.1.1. Trastornos congénitos y del desarrollo
 11.1.1.1. Aplasia
 11.1.1.2. Hipoplasia
 11.1.1.3. Hiperplasia
 11.1.1.4. Displasia
 11.1.2. Trastornos adquiridos
 11.1.2.1. Neoplasias
 11.1.2.2. Fracturas
 11.2. *Cuello*
 11.3. *Ojos*
 11.4. *Oídos*
 11.5. *Nariz y senos*
 11.6. *Dientes y estructuras relacionadas*
 11.7. Articulación temporomandibular
 11.7.1. Trastornos congénitos o del desarrollo
 11.7.1.1. Aplasia
 11.7.1.2. Hipoplasia
 11.7.1.3. Hiperplasia
 11.7.1.4. Neoplasia

11.7.2. Trastornos de alteraciones del disco
 11.7.2.1. Desplazamiento con reducción
 11.7.2.2. Desplazamiento sin reducción
 11.7.3. Dislocación de la articulación temporomandibular
 11.7.4. Trastornos inflamatorios
 11.7.4.1. Capsulitis/sinovitis
 11.7.4.2. Poliartritis
 11.7.5. Osteoartrosis (no inflamatorios)
 11.7.5.1. Osteoartritis primaria
 11.7.5.2. Osteoartritis secundaria
 11.7.6. Anquilosis
 11.7.7. Fractura del proceso condilar
 11.8. Músculos de la masticación
 11.8.1. Dolor miofascial
 11.8.2. Miositis
 11.8.3. Mioespasmo
 11.8.4. Mialgia local no clasificada
 11.8.5. Contractura miofibrótica
 11.8.6. Neoplasias

Todos los trastornos se encuentran dentro de la categoría 11, que incluye (en cursiva) otras alteraciones.

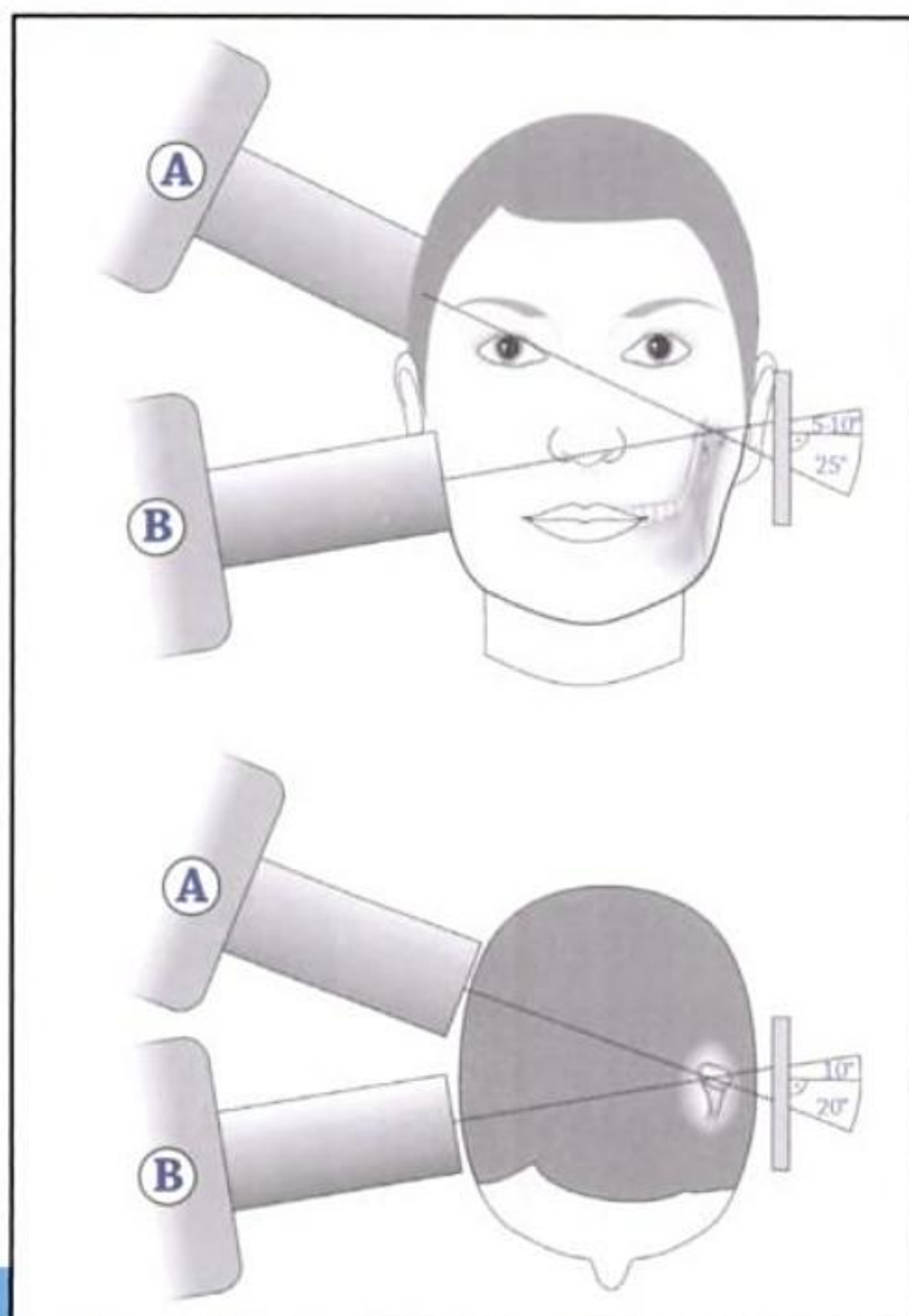


Figura 14-1

La proyección lateral pura se ve dificultada por la superposición de estructuras. El problema puede solventarse en parte realizando proyecciones oblicuas, una superior o transcraneal (A) y una inferior (transfaríngea o infracraneal) (B).

Ventajas. Las más significativas son la visión global de dientes, maxilares y de otras estructuras del complejo maxilofacial, algunos aparatos modernos tienen programas especiales para ATM, se pueden apreciar cambios óseos acusados en los cóndilos (asimetrías, erosiones, osteófitos, fracturas).

Inconvenientes. Los más relevantes son perspectiva distorsionada y oblicua, engrosamiento de los contornos, mala información sobre la posición y función, porque la boca está algo abierta y protruida. En ocasiones, para obtener imágenes correctas, se ha de abrir la boca al máximo. La eminencia se superpone a la base del cráneo y al arco cigomático. Sólo se observan bien los cóndilos. Teniendo en cuenta que los datos obtenidos en una ortopantomografía pueden coincidir en el 60-70 % de los casos con los que se consiguen en las tomografías y que ofrecen información valiosa a otros niveles, muchos autores determinan que debería ser la

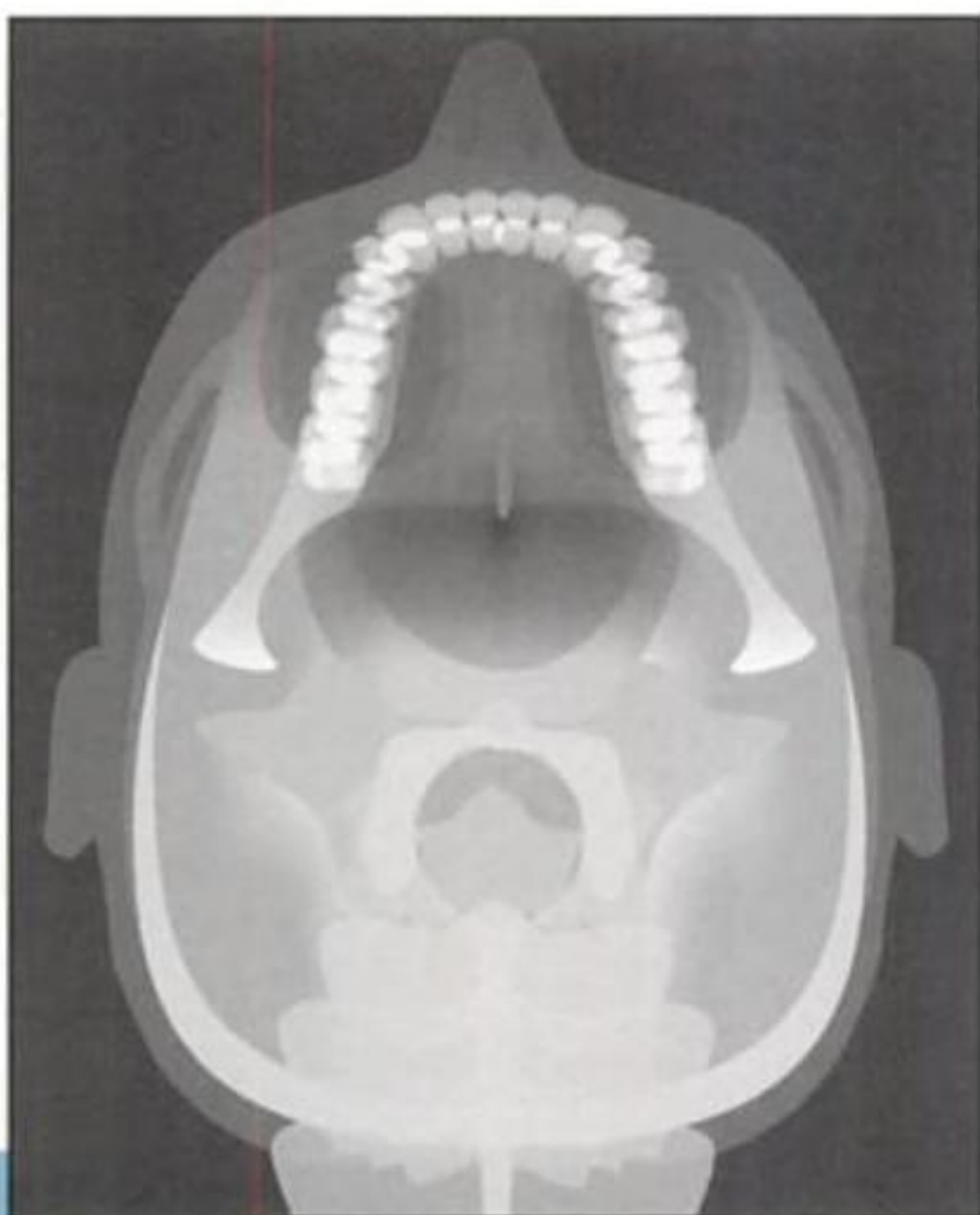


Figura 14-4

Visión radiográfica observada con la proyección submento-vértex (de Hirtz).
Permite mostrar ambos cóndilos en proyección axial.

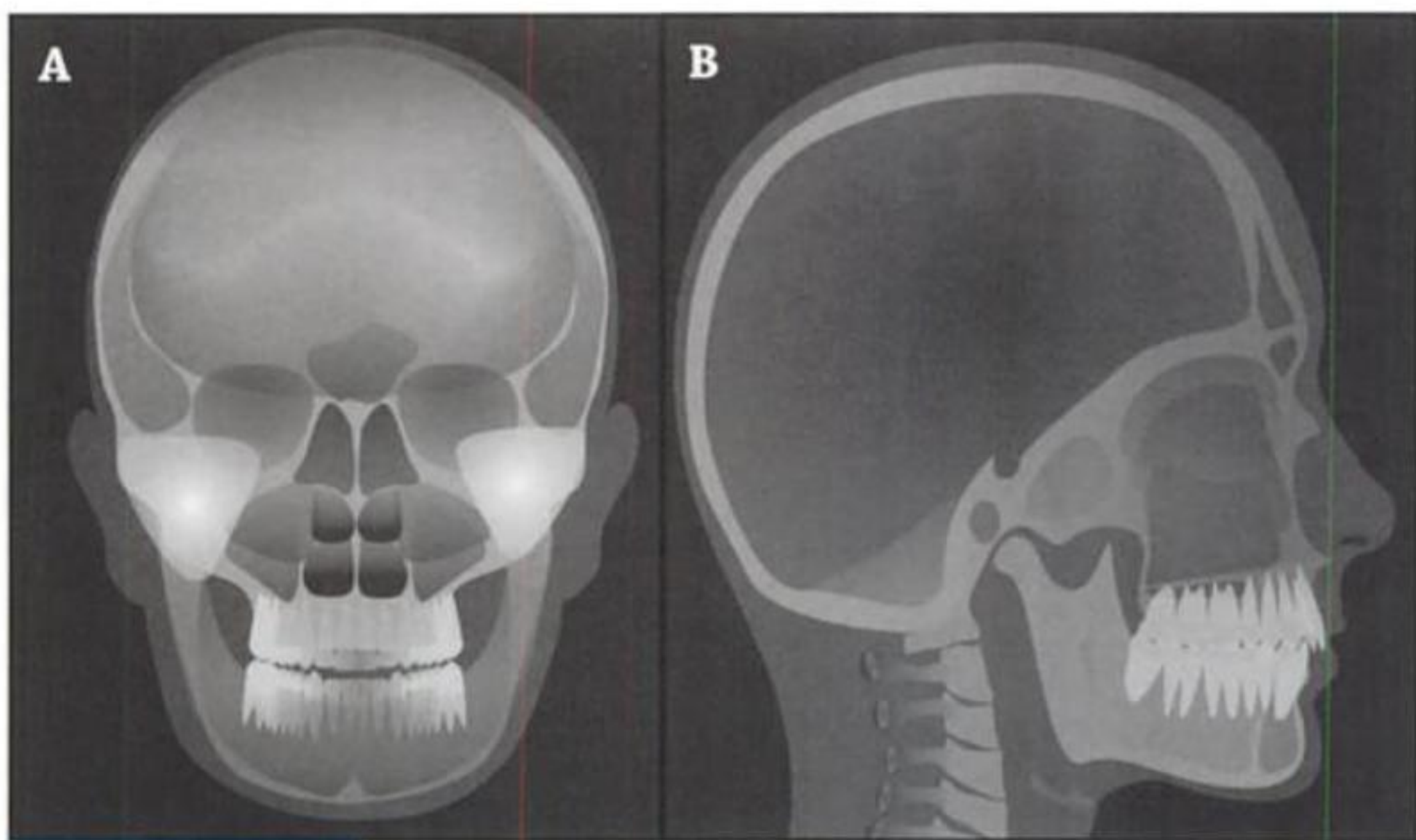


Figura 14-5

Telerradiografías frontal (A) y lateral (B) de cráneo.

Ventajas. Entre ellas cabe citar su utilidad, junto a otras, para ver la ATM en el plano lateral; para valorar asimetría facial y desplazamientos condilares, en especial en el plano transversal. Permite valorar la rotación mandibular en el plano horizontal tras traumatismos o cirugía ortognática. Es imprescindible para calcular la inclinación personificada en las tomografías.

Telerradiografía de frente y perfil. En especial la técnica de perfil nos permite ver la relación de la ATM (abierta y cerrada) con la columna cervical, base de cráneo, axis y hueso hioides. Por tanto, es útil para valorar discrepancias secundarias del esqueleto (ortodoncia, ortognatia), pero no patología intrínseca de la ATM (fig. 14-5).

TOMOGRAFÍA CONVENCIONAL

En caso de solicitar una prueba radiológica, aparte de la ortopantomografía, muchos autores consideran que la tomografía convencional debe ser la primera que ha de solicitarse. Se realizan finas secciones para ver las estructuras sin superposiciones (fig. 14-6). Como se pueden obtener diferentes imágenes, resulta de más utilidad que la transcraneal para ver la posición del cóndilo o los cambios óseos, y las imágenes obtenidas son auténticas proyecciones laterales. Mediante el método clásico se presenta en el plano sagital (lateral) con boca cerrada y abierta. Es conveniente la técnica modificada; en ella se utiliza la proyección SMV para obtener el ángulo entre la cabeza y el eje mayor del cóndilo, luego se gira la cabeza en este ángulo, permitiendo un alineamiento de los cortes con el eje mayor del cóndilo. Así se minimiza la distorsión y se localiza mejor la posición del cóndilo. Si se sospechan cambios óseos, se pueden hacer tomografías coronales (cortes frontales). Se ha de colocar en máxima apertura o en protrusión, para evitar superposición.

Ventajas. Entre ellas hay que considerar una mejor identificación de las deformidades y alteraciones óseas que con la radiografía convencional, pero peor resolución que la TC; la transorbital, no obstante, ofrece una información más valiosa referente a las fracturas. También proporciona una mejor valoración de la posición del cóndilo en la fosa (son proyecciones sagitales verdaderas) y permite una buena exploración de la movilidad, incluso mejor que la RM. Para esta exploración se muestra equivalente a la artrografía y a la proyección transcraneal de Schüller.

Inconvenientes. Entre ellos se puede citar el coste, más molestias e irradiación que la radiografía convencional, escaso valor para determinar alteraciones óseas incipientes. Si bien en Estados Unidos está muy considerada, lo cierto es que muchos autores cuestionan su utilidad y tan sólo se podría indicar para valorar la movilidad del cóndilo en la fosa, aspecto que, como ya hemos comentado antes, tiene buena valoración clínica.

del efecto ventana, la información obtenida sobre tejidos blandos (disco) es mala. Así, puede estar indicada para conocer la extensión de las anquilosis, neoplasias, afectación ósea en procesos artríticos avanzados y fracturas complejas, y para valorar las complicaciones, como las erosiones o el crecimiento ectópico de hueso en la fosa media craneal que se puede originar cuando se emplean implantes en lámina de silicona o de polietrafluoretileno. La absorción de radiación del disco nos puede acercar al diagnóstico de hialinización, calcificaciones y metaplasia a dicho nivel.

Inconvenientes. Los principales son el coste, el tiempo de realización y la exposición elevada de radiación. No permite observar el movimiento dinámico de la articulación (v. también cap. 8).

ARTROGRAFÍA

Permite obtener una imagen indirecta del disco mediante la inyección de un contraste radiopaco dentro del compartimento articular superior, inferior o ambos. Se detectará la rotura del disco cuando el contraste pase de un compartimento al otro. Mediante las técnicas fluoroscópicas se puede estudiar la funcionalidad del disco. También resulta de utilidad para determinar adherencias y su única indicación debería ser, y con reservas, la prequirúrgica, para tener una buena información de los tejidos blandos.

Ventajas. Ayuda a visualizar tejidos blandos; mediante fluoroscopia se pueden valorar los movimientos discales y del cóndilo; muy útil para las perforaciones discales.

Inconvenientes. Precisa formación especial, es invasiva y dolorosa y ocasiona una importante irradiación para el paciente; posibilidad de reacciones alérgicas y de infección; incluso una ATM normal puede presentar un cierto desplazamiento anterior del disco, debido a la distensión ocasionada por la técnica de las estructuras articulares y a la tracción del pterigoideo lateral superior.

GAMMAGRAFÍA

La gammagrafía es un método muy sensible al aumento del metabolismo en la zona, es decir, a los procesos inflamatorios y tumorales, pero no es específico de estos procesos. No sirve para valorar ni la anatomía ni la biomecánica del disco.

ARTROSCOPIA

La artroscopia exige una técnica quirúrgica cuidadosa y protocolizada, con un cierto nivel de riesgo y que precisa una aparatología específica. Permite observar

directamente tanto tejidos duros como blandos. En la actualidad debería indicarse sólo cuando otras técnicas no invasivas no nos han aportado datos diagnósticos suficientes. Un elemento que hay que tener en cuenta es que en el acto diagnóstico se puede realizar una biopsia sinovial, para detectar cambios histológicos, una limpieza terapéutica de la articulación, o solucionar fracturas intracapsulares.

RESONANCIA MAGNÉTICA

A pesar de estar situada al final de esta exposición, se trata de la técnica de elección para el diagnóstico funcional y patológico de la ATM, no sólo por la información anatómica y funcional que aporta, sino porque es una técnica que evita las radiaciones ionizantes. Es, además, la prueba de referencia para identificar posiciones del disco. Se le atribuye una especificidad del 96 % y una sensibilidad del 98 %. Permite la realización de imágenes sagitales corregidas (que resultan perpendiculares al eje mayor del cóndilo) y coronales sin recolocar al paciente. Los cortes coronales son esenciales para valorar los desplazamientos laterales y mediales del disco. La proyección axial, que también se registra, se usa para planificar la estratificación sagital y coronal. Mediante el fenómeno de la estratificación de los cortes en el plano axial se pueden realizar angulados o paramediales. Los segundos tienen la ventaja de que presentan menos artefactos procedentes de las arcadas dentales y la posición del cóndilo en boca cerrada y abierta son equivalentes. En el plano coronal se pueden tomar imágenes frontales que ofrecen información de las dos articulaciones a un tiempo, pero que ocasionan errores considerables en la relación disco-cóndilo. Los cortes angulados y paralelos al eje longitudinal del cóndilo corrigen en parte este error y permiten explorar ambas articulaciones por separado (fig. 14-7).

Desde el punto de vista técnico, es importante recordar, que, cuanto menor es el valor en T1 de un tejido, más fuerte es la señal y más clara la imagen obtenida. Si, por el contrario, el valor en T1 es alto, la imagen será oscura. Los tejidos con un valor alto en T2 dan una señal fuerte y una imagen clara; por el contrario, los tejidos con un T2 corto dan una señal débil y una imagen oscura. Así pues, las imágenes obtenidas en T1 permiten visualizar los tejidos óseos y el disco, mientras que las imágenes en T2 hacen posible evaluar el grado de inflamación y el derrame articular. Además puede realizarse de forma dinámica, permitiendo valorar la biomecánica del disco y del cóndilo. La versatilidad de la técnica permite que el radiólogo consiga una RM que muestre más las características en T1 o en T2. Otro aspecto interesante que se debe considerar es que algunos autores determinan una relación entre la intensidad de la señal y el grado de dolor. Incluso se puede mejorar la técnica para los tejidos óseos y los fenómenos de prolifera-

ción sinovial, formación de *pannus* u otros fenómenos inflamatorios, mediante el uso de gadolinio como medio de contraste (fig. 14-8; v. también cap. 8).



Figura 14-7

Resonancia magnética de articulación temporomandibular izquierda.

TEJIDO	Grasa	Médula ósea	Hemosiderina H (hemorragia antigua)	Corteza cerebral	Sustancia blanca cerebral	Músculo sano	Disco	Seudodisco	Agua	Cortical	Aire
Densitometría T1											
Densitometría T2											
Densidad de protones											

Figura 14-8

En función de la intensidad de la lesión y la secuencia empleada en la exploración, los diferentes tejidos muestran diferentes tonalidades de verde.

La identificación del disco puede, no obstante, resultar dificultada, si hay variaciones importantes en dicho disco o en el tejido retrodiscal. Por otro lado, se encuentra contraindicada en pacientes embarazadas, en portadores de marcapasos, pacientes con grapas vasculares o partículas metálicas en estructuras vitales, así como en individuos con claustrofobia. No está contraindicada si se es portador de aparatos de ortodoncia, implantes o restauraciones dentales. En un principio se consideraba poco útil para valorar el tejido óseo porque el hueso cortical carece de señal, pero pronto se observó que ese supuesto inconveniente podía ser utilizado para el análisis, llegando a valores mejores que los de la tomografía convencional y escasamente menores que los de la TC. En definitiva,

Tabla 14-3 Eficacia de las diferentes pruebas diagnósticas por la imagen en patología de la ATM

TEJIDOS DUROS	Panorámica	Transcraneal	Transfaringea	Transorbital	Submento-vértex	Lateral de cráneo	Tomografía convencional	Tomografía computarizada	Artrografía	Gammagrafía	Resonancia magnética
Contornos óseos	+	+	+	+	-	-	++	+++	+/-	-	+
Médula ósea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-/+	+++
Anquilosis	-	-	-	-	-	-	++	+++	-	-	+
Artritis	+	++	+	+	-	-	++	+++	-	++	+++
Remodelamiento (calcificaciones)	+	++	+	+	-	-	++	+++	-	-	+
Alteraciones del desarrollo	++	+	+	+	+	+	++	+++	-	-	+
Neoplasias	+	+	+	+	+	+	+ / ++	+++	-	+	+++
Traumatismos (fracturas)	++	+	+	++	++	++	++	+++	-	-	+++
Intracapsular	-	-	-	++	/-	-	++	+++	-	-	+
Subcondílea	+	++	++	-	-	-	++	+++	-	-	++
Grados de movilidad	-	++	++	-	-	-	++				
Asimetría	++	+	+	+	++	++	++	+	-	-	-

TEJIDOS BLANDOS	Panorámica	Transcraneal	Transfaringea	Transorbital	Submento-vértex	Lateral de cráneo	Tomografía convencional	Tomografía computarizada	Artrografía	Gammagrafía	Resonancia magnética
Posición del disco	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+++
Perforación del disco	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-/+
Anquilosis fibrosa	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+++
Derrame articular	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+++
Procesos inflamatorios	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+++
Calcificaciones del espacio articular	-	+	+	-	-	-	++	+++	-	-	+
Alteraciones musculares											

-: no aporta información diagnóstica; +: útil de manera ocasional; ++: útil de manera frecuente; +++: casi siempre útil; *: si se incluye artrocentesis.

los únicos procesos no detectables son las adherencias y las perforaciones, en los que la artrografía sería la prueba de elección.

Indicaciones. Determinar los defectos óseos; reproducción anatómica de las estructuras blandas; valoración de la movilidad y desplazamiento del disco; valoración de hipermovilidad condilar; análisis métrico cuantitativo; reproducción tridimensional; estudios de microscopia. En la tabla 14-3 se compara la eficacia de las diferentes pruebas diagnósticas descritas con anterioridad.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Bermejo A. Medicina Bucal II. Enfermedades y desórdenes temporomandibulares. Dolor orofacial y manifestaciones orales de enfermedades sistémicas. Madrid: Síntesis, 1998.

Bumann A, Lotzmann U. Atlas de diagnóstico funcional y principios terapéuticos en odontología. Barcelona: Masson, 2000; 136-200.

Cascone P, Leonardi R, Marino S, Carnemolla ME. Intracapsular fractures of mandibular condyle: diagnosis, treatment, and anatomical and pathological evaluations. J Craniofac Surg 2003;14:184-91.

Güler N, Yatmaz PI, Ataoglu H, Emilik D, UCAN S. Temporomandibular internal derangement correlation of MRI findings with clinical symptoms of pain and joint sounds in patients with bruxing behaviour. Dentomaxillofacial Radiology 2003;32:304-10.

Ogasawara T, Kitagawa Y, Ogawa T, Yamada T, Kawamura Y, Sano K. Inflammatory change in the upper joint space in temporomandibular joint with internal derangement on gadolinium-enhanced MR imaging. Int J Oral Maxillofac Surg 2002;31:252-6.

Ohnuki T, Foukuda M, Lino M, Takahashi T. Magnetic resonance evaluation of the disk before and after arthroscopic surgery for temporomandibular joint disorders. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003;96:141-8.

Shellock FG. Functional assessment of the joints kinematic magnetic resonance imaging. Semn Musculoskelet Radiol 2003;7:249-76.

Velasco E, Cruz D, Velasco C, Monsalve L, Bullón P. Los trastornos temporomandibulares en la práctica odontológica I. Clasificación y etiopatogenia. Av Odontoestomatol 2002;18:177-89.

Velasco E, Cruz D, Velasco C, Monsalve L, Paz J. Los trastornos temporomandibulares en la práctica odontológica II. Diagnóstico. Av Odontoestomatol 2002;18-4:211-9.

White S, Pharoah M. Oral radiology. Principles and interpretation. Saint Louis: Mosby, 2004.

ISBN 84-458-1512-1



9 788445 815120

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

RADIOGRAFÍAS SIMPLES

La radiografía simple, bidimensional, es el punto de partida típico en el estudio de las glándulas salivales mayores, por ser el más sencillo y económico. Resulta especialmente útil en procesos litiásicos, más frecuentes en la glándula submandibular o su conducto excretor (de Wharton) (fig. 15-1) y en la glándula parótida o su conducto excretor (de Stensen o Stenon). En el caso de la glándula submandibular, la proyección oclusal es la más útil. Para estudiar la parótida debe elegirse una proyección tangencial anteroposterior o desenfilada. La ortopantomografía es poco útil, en muchas ocasiones, dada la superposición de estructuras representadas en un mismo plano. En algunos tumores de las glándu-

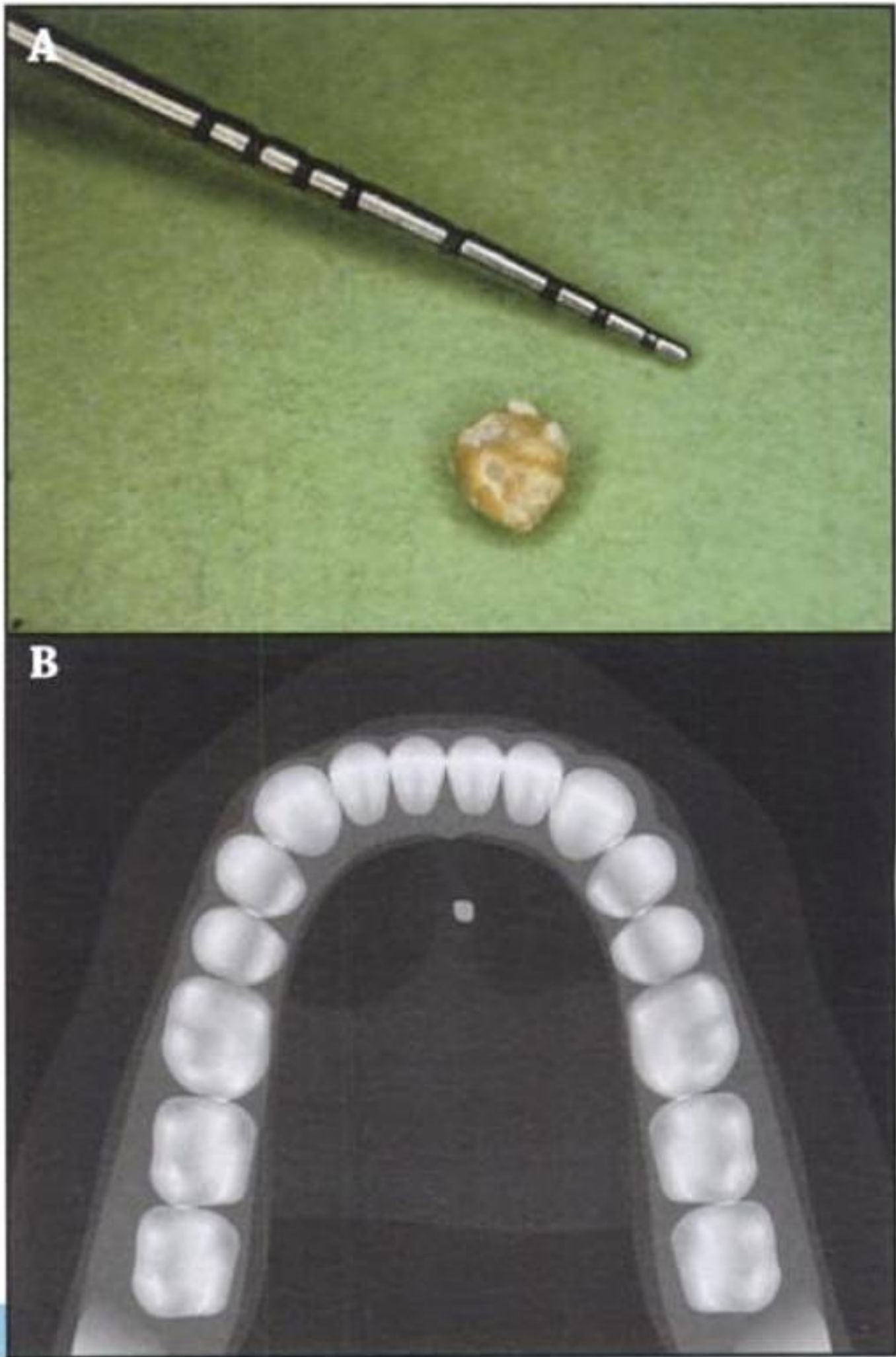


Figura 15-1

A) Cálculo expulsado de un conducto de Wharton. B) Esquema de proyección oclusal en litiasis submandibular.

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

RADIOLOGÍA EN MEDICINA BUCAL

This One



W7QN-WCS-C915

Material protegido por derechos de autor

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

MASSON, S.A.
Travessera de Gràcia, 17-21 - 08021 Barcelona (España)
Teléfono: (34) 93 241 88 00
www.masson.es

MASSON, S.A.
21, rue Camille Desmoulins - 92789 Issy-les-Moulineaux Cedex 9 - Paris (Francia)
www.masson.fr

MASSON S.P.A.
Via Muzio Attendolo detto Sforza, 7/9 - 20141 Milano (Italia)
www.masson.it

MASSON DOYMA MÉXICO, S.A.
Santander, 93 - Colonia Insurgentes Mixcoac - 03920 México DF (México)

Ilustraciones
Eduardo Chimenos Sánchez de Badajoz



Reservados todos los derechos.
No puede reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación
o transmitirse en forma alguna por medio de cualquier procedimiento,
sea éste mecánico, electrónico, de fotocopia, grabación o cualquier otro,
sin el previo permiso escrito del editor.

© 2005 MASSON, S.A.
Travessera de Gràcia, 17-21 - Barcelona (España)
ISBN 84-458-1512-1
Depósito Legal: B. 10.759 - 2005
Composición y compaginación: Lozano Faisano, S.L. - Oriente, 5
L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona) (2005)
Impresión: BIGSA - Avda. Sant Julià, 104-112 - Polígono Congost - Granollers
(Barcelona) (2005)
Printed in Spain

This page wasn't downloaded by GBD

las salivales pueden producirse calcificaciones, que también podrían ponerse de manifiesto en una radiografía simple.

Para dicho estudio se pueden utilizar películas intraorales o extraorales, en distintas proyecciones.

Películas intraorales. Tipos de placa intraoral y proyección radiográficas:

Película intraoral de 3 × 4 cm o de 5 × 7 cm. Se coloca en la parte interna de la mejilla para poder explorar la parte anterior del conducto de Stensen, por delante del músculo buccinador; el resto del conducto no puede visualizarse en una radiografía intraoral por su trayecto tortuoso, alrededor de la parte anterior del masetero y a través del buccinador.

Película de 5 × 7 cm. En proyección oclusal inferior, para estudiar los *sialolitos* que se encuentren en los dos tercios anteriores del conducto de Wharton; en proyección posteroblicua (cabeza hacia atrás e inclinada hacia el lado afecto), se observan la fosa submandibular y la parte interna de la zona posterior de la boca, donde se localiza el tercio posterior del conducto de Wharton.

Películas extraorales. Suele recurrirse a las siguientes proyecciones y tipos de placa radiográfica extraoral:

Cráneo anteroposterior. Con la boca abierta y deprimiendo la lengua con el dedo índice para confirmar la posible presencia de cálculos en el conducto de Stensen, que con otra proyección quedarían superpuestos.

Cráneo posteroanterior. Con los carrillos hinchados, para que el sialolito se separe de la zona ósea y sea visible en la radiografía. Con ello también se ponen de manifiesto los sialolitos intraglandulares, que pueden estar oscurecidos en la sialografía.

Proyección panorámica (ortopantomografía). Tiene sus ventajas e inconvenientes por la superposición de estructuras óseas que no permiten ver con nitidez los posibles cálculos de la parótida; en cambio, muestra a menudo sialolitos en la región posterior de los conductos o intraglandulares, en la glándula submandibular.

Entre las indicaciones de la radiografía simple se encuentra, pues, el diagnóstico de las sialolitiasis y de calcificaciones en general. Tiene las ventajas de requerir técnicas sencillas, rápidas y de bajo coste. Cabe destacar, entre sus inconvenientes que sólo es útil en caso de sialolitiasis, teniendo en cuenta, además, que también hay sialolitos radiotransparentes, no calcificados (un 20 % en la glándula submandibular y un 40 % en la parótida); que no obvia la superposición de estructuras; que plantea dificultades en la diferenciación de pequeños cambios de densidad; que en la ortopantomografía se observan superposiciones sobre la estructura ósea mandibular. En cuanto al diagnóstico diferencial, la sialolitiasis submandibular puede plantear problemas de diferenciación con la imagen radiográfica de procesos como: exostosis mandibular; condensación ósea idiopática, fija y sin límites nítidos, en la radiografía panorámica; osteomas; miositis osificante; odontoma, con imágenes múltiples de figuras de dientes; fragmentos dentarios (donde debe buscarse siempre el espacio periodontal); ganglios linfáticos calcificados; cicatrices calcificadas del acné, y flebolitos.

RADIOLOGÍA EN MEDICINA BUCAL



Director

Eduardo Chimenos Küstner



Doctor en Medicina y Cirugía; Médico Especialista
en Estomatología; Diplomado en Medicina del Trabajo;
Profesor Titular de Medicina Bucal, Facultad
de Odontología, Universitat de Barcelona

 **MASSON**

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

ÍNDICE, ALFABÉTICO DE MATERIAS



This page wasn't downloaded by GBD

A

Aberraciones cromosómicas, 13
Accidentes radiactivos, 17
Acelerador lineal, 21
Adenopatías cervicales
-ecografía, 89-90
-tomografía computarizada frente a resonancia magnética, 82-83
ADN, 12
Alteraciones cromosómicas, 13
Anomalías dentales, radiografías, 100-101
Antrolitos, 166
Aparatos panorámicos, 63-64
Área controlada, 34
Articulación
-craneomandibular
--patología, 174-186
--radiología convencional, 174-180
-temporomandibular, radiografías, 102-103
Artrografía, 182
Artroscopia, 182-183
Aspectos legales, radiodiagnóstico, 66-67

B

Barrera protectora primaria, 33
Braquiterapia, 24, 27-29
-alta tasa de dosis, 28

C

Calidad radiográfica, 65-66
Carcinogénesis, 18
Carga de trabajo, 34
Caries, radiografías, 98-99
Cartucho o estuche, 65
Células
-efectos, irradiación, 12
-sensibilidad, irradiación, 15
Composites, 9
Criterio ALARA, 110
Cuerpo, efectos irradiación, 17

Curvas

-dosis-respuesta, radioterapia, 23
-isodosis, 26-27
-supervivencia celular, 15

D

Diagnóstico por imágenes, lesiones periapicales, 153-154
Dientes, crecimiento, desarrollo y maloclusión, radiografías, 101
Displasia
-fibrosa, 142
--senos paranasales, 169-170
-periapical cementaria, 141-142
Dispositivos protección y blindaje, 35-36
Distorsión radiográfica, 44-46
Doppler color, 89, 90
Dosimetría, 35
-definición, 5
Dosis
-absorbida, 21
--definición, 5
-definición, 5
-equivalente
--definición, 5
--efectiva, definición, 5
-o cantidad radiación recibida, 16
-tolerada, 22

E

Ecografía, 87-91
-adenopatías cervicales, 89-90
-glándulas salivales, 90-91, 196-197
-señal, 88-89
Efectos
-adversos y complicaciones, radioterapia, 29
-colaterales, radioterapia, 22
-irradiación
--células, tejidos y órganos, 12-17
--todo el cuerpo, 17
-radiación
--directos, 11

Efectos (*cont.*)

- embriones y fetos, 17
 - estocásticos, 11
 - indirectos, 11, 12
 - inmediatos o a corto plazo, 15, 29
 - no estocásticos, 11
 - tardíos o a largo plazo, 16, 29
 - sobre tejidos normales, 22
 - sobre tumores, 22-23
 - somáticos tardíos radiación, carcinogénesis, 18
- Embarazo, radiografía, 113
- Empiema, 165
- Energía de enlace, 8
- Enfermedades
- detección y evaluación, papel de las radiografías, 98-104
 - ocultas, radiografías, 101-102
 - periodontales, radiografías, 99-100
- Escintigrama, 194
- Estructura anatómica e ionización, 7-9
- Exodoncias, radiografías, 103
- Exploraciones radiológicas, 104-107
- Exposición, definición, 5

F

- Fallo productivo celular, 14
- Fraccionamiento radiación, 26

G

- Gammagrafía
- ATM, 182
 - o escintigrafía salival, 193-195
 - ósea, 94-95
 - salival, 93-94
- Gantry, 91

H

- Haz
- electrones, 26
 - fotones, 25
 - mixto, 26
- Hiperparatiroidismo, 144
- Hiperplasias óseas, 145
- Hipoxia, 17
- Histiocitosis X o de células de Langerhans, 143-144

I

- Imagen panorámica, formación, 62-63
- Implantes
- pacientes irradiados, 37-38
 - radiografías, 103
- Índice dosis radiación, 16
- Ionización, definición, 9
- Isótopo radiactivo, 21

L

- Lesiones
- clasificación según su aspecto o patrón radiográfico, 129-140
 - descripción, radiología, 126-128
 - periapicales radiolúcidas, diagnóstico diferencial radiográfico, 155
 - traumáticas, senos paranasales, 170-171
- Ley del inverso del cuadrado de la distancia, 27
- Luz visible, 4

M

- Mandíbula
- radiopacidades, 121
 - radiotransparencias, 120
- Maxilar/es
- patologías, radiografías, 102
 - superior
 - radiopacidades, 121
 - radiotransparencias, 120
- trastornos, 130-149
- Medicina nuclear, 91-95
- en odontología, 93-95
 - señal, 92-93
- Microondas, 4
- Mucocele, 167
- Mucositis, 163
- Muerte
- interfase celular, 15
 - inmediata por necrosis celular, 15
 - mitótica, 22

N

- Neoplasias, senos paranasales, 169
- Números cuánticos, 7

O

- Ondas de radio, 4
- Optimización en radiología, 126
- Órganos, efectos irradiación, 12
- Ortopantomografía, 57-59
- ATM, 174-177
 - justificación, 58
 - optimización, 59
- Osteítis
- deformante (enfermedad de Paget), 143
 - y osteomielitis, 140-141
- Osteomielitis esclerosante, 141
- Osteorradionecrosis, 36, 141
- Oxigenación, 22

P

- Pannus, 184
- Pantallas intensificadoras, 64

Parulia, 163
Patología
-periapical, radiografías, 100
-sinusal, tipo, 162
Patrones radiológicos, 128-129
Pautas
-prescripción de radiografías dentales, 97-104
-solicitar radiografías, 107-113
--consideraciones especiales, 113
--exploración del paciente, 111
--radiografías
---administrativas, 110
---previas, 107-108
--revisión, 112
--visita inicial, 111-112
Periostitis, 163
Perspectiva
-espacial, 47-48
-temporal, 48-49
Pólipos, 166
Prevención en radioterapia, 36
Protección y blindaje, dispositivos, 35-36
Protocolo diagnóstico, patología sinusal, 161-162
Proyecciones
-aleta de mordida, 54
-extraorales, 55-60
-intraorales, 51-55
-oclusal, 55
-periapical, 51-54
--resolución del contorno, 52
--técnica
---bisectriz, 52-54
---paralelas, 51-52
-SMV (basal, de Hirtz), ATM, 178

Q

Queratoquiste, 147
Querubismo, 142-143
Quistes
-maxilares, 130, 144-147
-conducto nasopalatino, 147
-dentígeno, 147
-lateral periodontal, 147
-odontogénicos senos, 168-169
-radicular, 145-146
-residual, 146

R

Radiación
-característica, 8
-efectos. V. *Efectos*
-electromagnética, 4-5
-infrarroja, 4
-magnitudes y unidades, 5
-partículas, 3-4, 21

-primaria, 33
-secundaria
--de fuga, 34
--dispersa, 34
Radiografías
-extraorales, 106-107
--panorámicas, 106
-intraorales, 106
--interproximales, 106
--oclusales, 106
--periapicales, 106
-lateral del cráneo, 55
-panorámica de alta calidad, características, 67
-región periapical, 154-155
Radiólisis del agua, 12
Radiología
-senos paranasales, 56-57
-posteroanterior del maxilar ATM, 178
-transcraneal ATM, 177-178
-transfaríngea ATM, 177
-transorbital (anteroposterior) ATM, 178
Radiopacidades anatómicas normales, 121
Radiosensibilidad, 15, 22
Radioterapia
-definición, 21
-externa, 24-26. V. también *Teleterapia*
-interna, 24, 27-29. V. también *Braquiterapia*
-radiografía, 113
Radiotransparencias anatómicas normales, 119-121
Rayos
- α , 3
- β , 3
- γ , 4
-catódicos, 3
-ultravioleta, 4
Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, 110
Resolución de la imagen, 46-47
Resonancia magnética, 83-87
-ATM, 85-86, 183-186
-estudios en odontología, 84
-glándulas
--parótida, 86-87
--salivales, 196
-señal, 84
Retraso mitótico celular, 14

S

Senos paranasales
-procesos inflamatorios y reactivos, 163-167
-radiografías, 103-104
Seudoquistes de retención, 166-167
Sialografía, 59-60, 190-193
-técnica
--inyección de contraste, 191-192
--radiográfica, 192
Sinusitis, 165-166

Sinusitis (*cont.*)

–odontógenas

--diagnóstico diferencial, 166

--exploración radiológica, 165-166

SPECT, 91

T

Técnicas

–convencionales, 43

–especiales, 43

–radiológicas especiales o avanzadas, 107

Tejidos

–efectos irradiación, 12

–normales, efectos radiación, 22

Telerradiografía de frente y de perfil, ATM, 180

Teleterapia, 24-26

Tiempo de ocupación, 34

Tipos radioterapia, 24-29

Tomografía

–computarizada, 75-83

--ATM, 181-182

--glándulas salivales, 195-196

--implantología, 80-81

--maxilares, 78-79

--patología tumoral, 81-82

--señal, 76-78

–convencional ATM, 180

Transferencia energía lineal (TEL), 4

Trastornos, maxilares, 130-149

–inflamatorios y displásicos, 130, 140-144

Traumatismos, radiografías, 104

Tumores

–efectos radiación, 22-23

–maxilares, 130, 147-149

–tamaño, 23

Z

Zona de penumbra, 46

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD

This page wasn't downloaded by GBD