

110 años de Rayos X. Perspectiva histórica de la radiología

A. Luna

Cuando el Dr. Rosell me invitó a pronunciar esta conferencia, me sentí muy halagado porque el tema me resultaba fascinante. Posteriormente fui comprendiendo la enorme dificultad que para mí iba a suponer la preparación del encargo. Tuve que recurrir, no sólo a mis recuerdos, como pude pensar en un principio, sino a documentarme en numerosos textos que hoy, gracias a Dios, son fáciles de localizar utilizando esa herramienta impagable que es el Internet.

Una de las cosas que más trabajo me ha costado y que no he conseguido resolver es establecer realmente el momento en el que la radiología, el radiodiagnóstico, tal como lo conocemos ahora, tuvo sus inicios. Convencionalmente se ha aceptado que el descubrimiento de los rayos X coincide con el nacimiento de la radiología. Yo no lo tengo tan claro.

Lo que sí es cierto que esta aventura que ha llegado hasta nuestros días constituyendo el método más poderoso para el diagnóstico de la mayor parte de procesos patológicos se inició el 8 de noviembre de 1895, cuando el



profesor Wilhem Konrad Röntgen, catedrático de Física y Rector de la Universidad de Würzburg, realizaba experimentos dedicados a investigar el comportamiento de los rayos catódicos en tubos de descarga gaseosa de

Palabras clave: Historia de la Radiología.

Fecha de recepción: Febrero 2006.

Seminario Médico

Año 2006. Volumen 58, N.º 2. Págs. 107-130

alto voltaje. Para evitar la fluorescencia que se producía en las paredes del tubo, lo había envuelto en una funda de cartón negro. Entre los objetos que estaban presentes en el laboratorio figuraba una pequeña lámina impregnada en una solución de cristales de platino-cianuro de bario que era una sustancia frecuentemente utilizada por los investigadores por la luminiscencia amarillo-verdosa que producía al ser tocada por los rayos catódicos.

Esa tarde, al conectar por última vez el carrito de Ruhmkorff a su tubo, descubrió que se iluminaba el cartón impregnado con platino-cianuro de bario que se hallaba fuera del alcance de los rayos emitidos, los cuales, en el mejor de los casos, se atenúan a unos 8 cm de la placa obturadora. Esta débil luminiscencia seguía produciéndose aun si llevaba la lámina impregnada al otro extremo del laboratorio, a casi dos metros del tubo envuelto en cartón negro.

Roentgen no podía dejar pasar este fenómeno sin tratar de averiguar la causa. Supuso que interponiendo un objeto entre la luz invisible y el cartón fluorescente que la reflejaba debería verse su sombra. Tenía un mazo de cartas en el bolsillo; descubrió, para su sorpresa, que aun poniéndolo entero, apenas se producía una sombra. Un libro grueso de mil páginas sólo redujo levemente la luminiscencia del cartón con platino-cianuro de bario. De modo que esta nueva radiación no sólo era invisible, sino que además tenía la facultad de atravesar los cuerpos opacos.

Con el paso de los días Roentgen tuvo la necesidad de documentar sus experimentos y pensó en fotografiar la pantalla fluorescente donde se reproducía de forma curiosa la silueta de los objetos interpuestos. Entonces hizo un nuevo descubrimiento: la caja de placas fotográficas que tenía sobre la mesa estaba completamente velada. Su intuición le dijo que los nuevos rayos habían atravesado la caja y el envoltorio que protegían a las placas de la luz y habían actuado también sobre la emulsión. Para comprobarlo colocó la caja de madera que contenía las pesas de bronce de su balanza de precisión sobre una placa fotográfica nueva, no velada, conectó su tubo envuelto en su papel negro protector y disparó. Al revelar la placa, encontró la reproducción exacta de las pesas metálicas, sin embargo, la caja de madera había desaparecido. A continuación repitió el experimento con el cuadrante, la aguja magnética de su brújula, con el cañón de la escopeta que estaba arrinconada contra la pared, con la moldura y los goznes de la puerta del laboratorio, etc...

Tantos objetos probó que, en una de las veces, observó sus manos: nueva maravilla, veía sus huesos y las partes blandas débilmente dibujadas. Por entonces no quiso comunicar a nadie su descubrimiento.

El 22 de diciembre de 1895 pidió a su esposa Bertha que colocase la mano sobre la placa de cristal y después de 15 minutos de exposición, los huesos de la mano y el anillo de casaca de Bertha aparecieron en la placa recién revelada. Ver su esqueleto le produjo a Frau Roentgen un gran im-



pacto y temor, lo sintió como una premonición de la muerte.

Roentgen había apuntado todas sus experiencias concienzudamente y el 28 de diciembre de 1895 entregó a la Academia de Ciencias Físicas y Médicas de Würtzburgo un manuscrito con sus investigaciones con el título «Sobre un nuevo tipo de radiaciones». La publicación apareció en el número 9 de la *Sitzungs Berichte der Physikalisch Medizinischen Gesellschaft zum Würtzburg* la primera semana de 1896.

«Si se hace pasar la descarga de un carrete de inducción de Ruhmkorff suficientemente grande a través de un tubo de vacío de Hittorf, un tubo suficientemente evacuado de Lenard o de Crookes, o un aparato similar, y si se cubre el tubo con una envuelta suficientemente próxima de una lámina

fina de cartón, se observa en una habitación suficientemente oscurecida, que una lámina de papel pintada de platinocianuro de bario que se encontraba próxima al aparato se ilumina brillantemente, o se hace fluorescente, con cada descarga».

Un antiguo discípulo, Franz Exner, profesor de física de Viena, mantenía una afectuosa amistad y una nutrida correspondencia con Roentgen, y fue uno de los primeros en tener noticias del descubrimiento. Hasta poseía copias de las precarias fotografías: la brújula, las pesas de bronce, el cañón de la escopeta, e incluso la mano de Bertha. Exner estaba tan entusiasmado con el descubrimiento de su amigo que no dudó en compartirlo con el profesor Lecher, de Praga, cuyo padre era el redactor jefe de *Die Presse*, un periódico de Viena. Así fue cómo el 5 de enero de 1896 los vieneses podían leer en la primera página del diario acerca de los extraordinarios rayos X del Dr. Roentgen y contemplar la reproducción de sus imágenes. A partir de aquí la noticia se difundió por todo el mundo en forma veloz, siendo acogida con alabanzas y entusiasmo por algunos, y con críticas y escepticismo por otros, como era de esperarse.

El descubrimiento tiene una rápida difusión en todo el mundo y es recogido por todos los medios de difusión, siendo incluso objeto de numerosas caricaturas.

España vivía por aquella época con gran inquietud las noticias que llegaban de la guerra de Cuba, que acaba de comenzar, de la sustitución del general Martínez Campos por el gene-

ral Weyler como capitán general de la isla y del despliegue de los poderosos cañones Ordóñez en los que confiaba para la defensa de la colonia. A pesar de ello en el número del 30 de enero de *la Ilustración Española y Americana* se publicaba un artículo del profesor de física del Instituto San Isidro de Madrid, D. Ricardo Becerro, en el que se daba cuenta, con todo lujo de detalles, del descubrimiento de Roentgen. Y el 31, *La Vanguardia* le dedica una página completa en la que se recogen una fotografía del propio Roentgen e imágenes de radiografías de una mano y de diversos objetos.

En el 13 de febrero de 1896, Roentgen realiza una demostración del descubrimiento ante el Kaiser Guillermo y es condecorado con la Orden de la Corona Prusiana de segunda clase. Y el día 23 hizo una presentación oral del descubrimiento ante la sociedad físico médica de Würzburg, practicando en ella una radiografía de la mano del profesor de anatomía y presidente de la Sociedad, el profesor Kolliker, en cuya radiografía ya se percibe una notable mejoría de la técnica en comparación con la que un mes antes había obtenido de la mano de su esposa, a pesar de que también necesitó más de 20 minutos de exposición.

En 1901, Roentgen, que en toda su vida solamente aceptó las distinciones de carácter científico, recibió el primer premio Nobel de Física, siendo él el único nominado.

El invento de Röntgen, sigue expandiéndose por todo el mundo, pero lejos de lo que el porvenir le prepara como método de diagnóstico, es obje-

to de curiosidades y el mismo Thomas Alva Edison que, habiéndose hecho con un aparato, lo exhibe en barracas de feria.

Roentgen continúa con sus experimentos mejorando día a día la calidad de las radiaciones, mejorando los tubos, sustituyendo el inicial tubo de Crookes por otros en los que se conseguían mejores vacíos, como los tubos de Lenard y de Hittorf.

Sus trabajos fueron de tal finura, de tal seriedad y realizados con tal acopio de información que en los 15 años siguientes se pudo hacer muy poco más, prácticamente nada, en cuanto a las propiedades de los rayos X. Falta sin embargo un poco para conocer completamente su origen. Einstein señaló muy pronto que estas radiaciones se presentaban al experimentador con otro aspecto: como pequeños corpúsculos de luz o de radiación que Einstein los denominó fotones.

Simultáneamente comienzan las primeras utilidades clínicas de los rayos X.

- 1896: 1.^a radiografía de una luxación de codo.
- 1896: 1.^a localización de un proyectil en el cráneo de un paciente (y 1.^a depilación por Rayos X).
- 1899: Oppenheim describe una destrucción de la silla turca por un tumor hipofisario.
- 1911: Henschen obtiene una radiografía del CAI ensanchado por un tumor de nervio acústico.
- 1912: Lackett y Stenvers descubren aire en los ventrículos como consecuencia de una fractura de cráneo.

– 1918: Dandy, en Baltimore, practica la primera ventriculografía gaseosa.

En 1896, Henri Becquerel, al escuchar las noticias de los rayos X, decidió investigar de inmediato si los cuerpos fosforescentes emitían rayos similares. Y encontró que las sales de uranio emiten radiaciones que impresionan las placas fotográficas envueltas en papel negro.

En 1898, Marie Sklodowska y su marido, Pierre Curie, descubrieron en la blenda del uranio los elementos radioactivos del polonio y del radio.

Marie Curie fue reconocida por su labor individual en 1911 con el Nobel de Química, y fue la primera mujer en recibir la distinción de Miembro de Honor de la Sociedad Española de Radiología y Electrología Médicas.

La medicina va adquiriendo cada vez un mayor interés por los RX y poco a poco se va expandiendo su uso clínico.

Desde el primer momento empiezan a celebrarse congresos en los que se reúnen los médicos interesados en la nueva técnica, y en el 1910, en el mes de septiembre, bajo el patronato de Su Majestad el Rey se celebra en Barcelona el V Congreso Internacional de Radiología y Electrología Médicas, En el que destaca netamente la figura de D. César Comas Llabrería, quien fue sin duda el primer impulsor para la instauración de la radiología en España. El Dr. Comas, junto con su primo D. Agustín Prió y Llabrería, fue el primer radiólogo español. En Madrid, la primera iniciativa la correspondió al Dr. D. Antonio Espina y Capó.

Los rayos X fueron recibidos sin ningún tipo de desconfianza y utilizados sin restricciones; esta amplia difusión hizo que las lesiones provocadas por ellos se percibieran y reportaran casi desde el comienzo. Pero los investigadores no estaban muy seguros de cuál era la causa de los incidentes cutáneos observados, que ellos llamaban «golpes de sol o insolaciones eléctricas». Hay que considerar que también hubo víctimas de la alta tensión, tal es el caso del Dr. François Jaugeas, Jefe de Laboratorio de Radiología del Hospital de París, electrocutado en 1919 en el transcurso de un examen radioscópico.

En sus momentos iniciales la radiología tenía grandes handicaps que dificultaban extraordinariamente el que su desarrollo fuese más rápido. Los generadores eran de muy escasa potencia, difícilmente podrían alcanzar los 45 kV. Y los tubos para la producción del RX estaban mucho de lo que hoy conocemos como tubo de RX.

El primer tubo de rayos X fue el tubo de Crookes, llamado así en honor a su inventor, el químico y físico británico William Crookes; se trata de una ampolla de vidrio bajo vacío parcial con dos electrodos. Cuando una corriente eléctrica pasa por un tubo de Crookes, el gas residual que contiene se ioniza, y los iones positivos golpean el cátodo y expulsan electrones del mismo. Estos electrones, que forman un haz de rayos catódicos, bombardean las paredes de vidrio del tubo y producen rayos X. Estos tubos sólo generan rayos X blandos, de baja energía.

En el tubo de RX termiónico, diseñado por Willian Davis Coolidge en Estados Unidos, en 1913, el vacío es tan perfecto como es posible y los electrones se producen por emisión termoiónica. El cátodo deja de ser un bloque de metal para ser sustituido por un filamento de tungsteno incandescente, calentado por una corriente eléctrica que lo atraviesa. Este filamento emite electrones que son atraídos hacia el ánodo. La intensidad de salida del RX depende solamente de la corriente que se administra al filamento, la cual puede ser controlada independientemente del voltaje entre filamento y el cátodo de la cual depende la energía, es decir, calidad de la radiación que se produce. Nacen los súper manidos términos de kilovoltios y miliamperios que ha marcado tanto la radiología.

Posteriormente surgen perfeccionamientos tan importantes como los ánodos rotatorios, que mejoran mucho más la capacidad y la potencia de los tubos

Ya con tubos de RX de buena calidad y con generadores potentes todavía no se consiguen radiografías suficientemente nítidas debido a la propia naturaleza de los RX, ya que éstos, al chocar con cualquier cuerpo duro generan nuevas fuentes de radiación que emiten RX, de menor calidad constituyendo lo que es conocido como radiación dispersa, que al incidir sobre la placa radiográfica dan lugar a una gran borrosidad que impide la correcta visualización de las estructuras anatómicas. La solución la aportaron en 1920 Hollis E. Potter y Gustav Bucky, que diseñaron una

parrilla compuesta por láminas de plomo orientadas hacia el tubo de RX que impedía el paso a toda la radiaciones que no incidían sobre ella con la orientación adecuada. En todas las salas de radiología, uno de los elementos fundamentales, junto al tubo de RX, son los dispositivos Potter Bucky, o simplemente Bucky.

Las radiografías que se obtenían desde los albores de la especialidad constituyeron un insospechado medio de diagnóstico que, como queda dicho, conservan su plena vigencia pero que también presentan unas limitaciones que la técnica ha tratado de superar y de obviar.

La primera de las limitaciones es debida a una *débil resolución de contraste*: en una radiografía convencional sólo hay cuatro densidades: gas, grasa, agua y metal. La densidad gas la constituyen el contenido intestinal, en el abdomen; las vías aéreas, en el cuello; los senos, en el macizo facial; y los pulmones en el tórax. Es la más baja densidad que se encuentra en las radiografías y como éstas son un negativo aparece de color negro.

La densidad agua que se presenta con una tonalidad gris clara es producida por los músculos y las vísceras macizas o las de contenido líquido, como la vesícula o la vejiga, las cuales en una radiografía convencional aparecerían como una estructura uniforme en la que no se podrían distinguir unos de otros órganos por falta de un contraste que los diferenciara, si no fuera porque la grasa que constituye otra de las densidades visibles en la radiografía se deposita en los bordes de algunas vísceras proporcionando el

contraste necesario para su visualización.

La densidad metal que aparece con tonalidad blanca está producida por los huesos que están formados por calcio y por las calcificaciones que independientemente de su trascendencia clínica siempre son patológicas.

Las primeras ideas para tratar de solventar la limitación que imponía la falta de contraste entre las estructuras, consistieron en la administración de sustancias que al rellenar ciertos órganos huecos hacían que éstos se transformaran en estructuras opacas a los rayos X y permitieran su visualización. El primer órgano que fue objeto de opacificación fue en el estómago, al cual se le hacía visible mediante la administración de una comida consistente en 50 g de carbonato de bismuto disueltos en un plato soperero de arroz con leche, o puré de patatas. Y se observa, con gran sorpresa, que en la morfología del estómago en vivo es muy diferente de la que se esperaba, basada en la anatomía clásica y que el duodeno es prácticamente invisible puesto que a partir de la segunda porción, «el bismuto se diluye tanto que ya no es posible visualizarlo».

El 1921, Sicard y Forestier realizan la primera mielografía utilizando Lipiodol. En 1922, el argentino César Heusser realiza la primera histerosalpingografía, también con Lipiodol. Desde 1923 en adelante se van desarrollando una serie de contrastes para utilización intravenosa, que son eliminados por los riñones. Desde el yoduro sódico hasta los diatrizoatos y los iotalamatos de metilglucamina,

cada vez menos tóxicos y mejor tolerados, aunque originando algunas reacciones muy graves, muchas más veces tóxicas que alérgicas, pero que les confieren una gran aureola de peligrosidad. Destaco entre todas el Thorotrast, que en principio pareció que iba a ser la solución por lo bien que se toleraba, pero que al final resultó que se acumula en el hígado y que además aportaba un componente débilmente radiactivo que originó más de un cáncer de hígado.

En 1924 se realizan las primeras colecistografías con tetrabromofenoltaleina, aportando un poderoso medio de diagnóstico para una patología tan frecuente como la biliar, que ha permanecido vigente hasta el desarrollo de la ecografía.

Un importante avance para la moderna radiología diagnóstica constituyó la realización por Antonio Caetano de Abreu Freire, más conocido como Egas Moniz, la primera arteriografía de carótida, mediante disección quirúrgica de la arteria carótida común, utilizando como medio de contraste yoduro sódico. Egas Moniz, que era un reconocido neurocirujano y un famoso político, obtuvo posteriormente el premio Nobel por haber desarrollado la técnica quirúrgica de leucotomía prefrontal.

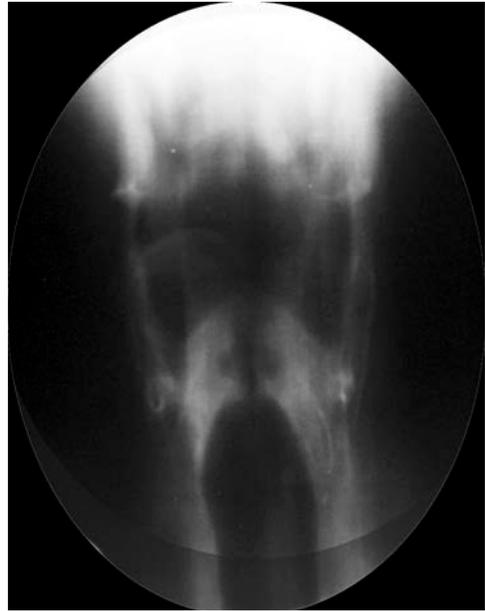
La radiografía es una representación en un plano, bidimensional, de un cuerpo que posee tres dimensiones. Por este motivo todas las presentaciones en radiografías simples conllevan la superposición de las estructuras. Para obviar este problema, la radiología ideó sucesivamente una serie de trucos. La realización de dos pro-

yecciones y el diseño de posiciones y proyecciones específicas para la visualización de determinados órganos y detalles anatómicos, tratando de evitar las superposiciones de los otros. Se idearon sucesivamente proyecciones y posiciones para la visualización de los senos faciales, de las mastoides, de los peñascos, de los agujeros ópticos, de los vértices pulmonares o de los lóbulos medios, etc, etc, etc...

Otro importante avance fue la incorporación de la técnica de la tomografía o la planigrafía, ideada por el belga Ziedse des Plantes y el italiano Villabona en 1921. Consistía en realizar un movimiento lineal del tubo, y de la placa en sentido inverso al del tubo, coordinados alrededor de un punto llamado fulcrum, con lo que se consigue que el plano del paciente que coincide con la altura del fulcrum se represente nítidamente en la radiografía y que los planos situados por delante y por detrás aparezcan borrosos y no impidan la visualización con nitidez del plano de interés.

Este es un excelente ejemplo que lo traigo aquí como recuerdo a Alfredo Kraus, de quien fue esta prodigiosa laringe, que en esta tomografía se puede visualizar con toda nitidez sin que la columna cervical suponga un obstáculo para su estudio.

En el otro platillo, frente la tecnología electrónica, se encontraba los receptores de la imagen. Las pantallas fluorescentes que poco cambiaron a lo largo del tiempo y las placas. En un principio, los radiólogos pioneros se las fabricaban ellos mismos, expandiendo la emulsión de cristales de bromuro de plata en placas de vidrio



de Bélgica, como se unta la mantequilla en una tostada y dejándola secar. Rápidamente la industria se hizo cargo del proceso y sucesivamente se fueron mejorando los soportes. El primero en ser utilizado fue el celofán, que hubo que abandonar rápidamente por ser extraordinariamente combustible hasta el extremo, de que fue la causa de un pavoroso incendio en la Cleveland Clínica que originó 125 muertos.

Cuando miramos hacia atrás tenemos que recordar otra de las grandes limitaciones que dificultaban el desarrollo de las técnicas radiológicas. El revelado era terriblemente engorroso. Todo el procesamiento tenía que realizarse en cuartos oscuros, iluminados sólo con una débil luz roja para evitar el que las placas se velasen. Y el proceso consistía en extraer del chasis la placa ya impresionada, insertarla en unos bastidores de acero y

proceder al revelado sumergiéndola sucesivamente en el baño de revelado durante 5 minutos, en el de fijado durante 12 minutos y después, ya con la luz encendida, durante 2 horas en un baño de agua para el lavado. El más complicado venía a continuación, se necesitaban 24 horas para el secado de las placas, tras las cuales se la retiraban del marco. Pero en las esquinas, en las que la placa había sido fijada, mediante unos clips perforantes, siempre quedaba una gota de agua que con gran frecuencia se deslizaba por la placa haciéndonos esperar nuevamente para que se volviese a secar. Había también que cortar, a cada placa, las cuatro esquinas, por que al haber sido perforadas por los clips, arañaban a las otras placas, que todavía tenían la emulsión muy blanda. Todo un tormento y una gran limitación, porque sólo se podía realizar un número de placas similar al número de marcos que de cada tamaño dispusiese el servicio.

Las máquinas automáticas de revelado supusieron un gran avance y la eliminación de una gran limitación. Las primeras empezaron a ser utilizadas en los Estados Unidos al principio de la década de los 50, pero no llegan a Europa hasta bien entrados los 60 y en España no empiezan a difundirse hasta la década de los 70. Los avances tecnológicos consiguieron después eliminar completamente el cuarto oscuro desarrollando máquinas que se encargaban automáticamente de abrir los chasis, extraer las películas, introducirlas en el procesador del revelado y reemplazarlas por otra película nueva.

Como hemos dicho, las pantallas de fluoroscopia avanzaron muy poco. La luminosidad que emitían era muy baja y se necesitaban al menos 15 minutos de adaptación a la oscuridad para que los bastoncitos de la retina fuesen capaces de percibir con alguna nitidez las imágenes radioscópias. Pocos eran los que aguantaban esos quince minutos y la radioscopia se realizaba sin las suficientes garantías y recurriendo al truco de aumentar los miliamperios para conseguir mejor luminosidad, con el consiguiente incremento de la dosis de radiación, para el paciente y para el médico.

En 1950 aparecen los primeros intensificadores de imagen encargados de aumentar hasta en diez mil veces la intensidad de la luz de la pantalla de radioscopia, con lo que ya no era necesaria la oscuridad para realizar la exploración ni la adaptación previa. Como tantas otras cosas, también llegó a España con retraso y su uso generalizado ha sido muy reciente. En el año 1990, finalmente, el gobierno, por real decreto, prohíbe la realización de las radioscopias sin intensificador de imagen.

Con todos los avances tecnológicos: Intensificador de imagen, radioscopia televisada, generadores trifásicos de alta potencia, tubos de ánodo rotatorio, la tomografía, etc, la radiología está a punto para entrar en su primer apogeo con la aparición de dispositivos que facilitan enormemente la realización de los exámenes radiológicos, como son las mesas de exploración telecomandadas, que incluyen todos estos avances y además dispositivos de seriación muy rápidos que

permiten captar con gran inmediatez en una radiografía las imágenes de radioscopia que se están visualizando en el televisor. Los radiólogos pueden empezar a dejar de luchar contra las grandes dificultades de la técnica inicial y pueden volver su vista hacia los procedimientos diagnósticos.

Y una gran importancia entre los procedimientos diagnósticos le corresponde a la radiología vascular que después evolucionó hacia la radiología intervencionista. La piedra angular de la radiología vascular e intervencionista la puso en 1950 el sueco Sven Ivar Seldinger, siendo residente, quien resolvió el problema de los cateterismos sacándolos del ámbito quirúrgico de la disección de las arterias, con un sencillo método consistente en la punción de la arteria, la femoral, mediante una aguja hueca con mandril. Una vez puncionada la arteria se retira el mandril, lo que sirve para comprobar que sale sangre a gran presión y se introduce a través de la vaina de la aguja una guía metálica flexible. Se extrae la vaina dejando la vía metálica en la luz de la arteria y a través de ella, a su alrededor se introduce el catéter, el cual ya se encuentra dentro del árbol arterial.

La genialidad de Seldinger fue calificada por algunos como «un severo ataque de sentido común que dio la técnica más revolucionaria de cateterismo» y por otros algo tan simple como el «huevo de Colón».

A partir del método Seldinger se desarrolló todo árbol de la radiología vascular e intervencionista. El mismo Seldinger, en 1966, describe en su

tesis doctoral la colangiografía transhepática percutánea.

Fue tan importante la contribución de las arteriografías al diagnóstico radiológico que rápidamente se desarrolla un equipo para tratar de sacar el máximo rendimiento a estas exploraciones y por ello se construyen salas específicas, dotadas de generadores y tubos de gran potencia que permitían tiempos de exposición muy cortos, tal como lo requería el fugaz paso del contraste por las arterias y dispositivos de intercambio de placas a gran velocidad, hasta 6 placas en cada segundo, que facilitasen en una sola inyección la obtención de radiografías en fases arteriales precoces, fases más avanzadas, fases capilares, parenquimatosas en retornos venosos. Estos aparatos fueron desarrollados por diversas marcas, pero los más difundidos fueron los conocidos como A.O.T., fabricados por la empresa sueca Elema Shönander. 20 años más tarde estas salas de radiología vascular dieron paso a otras mucho más modernas y más funcionales con arcos en C y con técnicas digitales de sustracción de imágenes.

Las salas de radiología vascular abrieron paso a otras salas específicas, como las de tomografías de barridos complejos, o las salas de neurorradiología, que convertían al paciente en una especie de astronauta fijado en una silla que podía girar en todas las direcciones del espacio y así permitían dirigir el aire u otros contrastes a los sistemas ventriculares, a cisternas específicas o a los mismos conductos auditivos internos.

Con los grandes avances técnicos, podríamos decir que se llega a la cumbre de un período. En este momento se va a producir la gran transformación de la radiología. Incluso se podría hablar del nacimiento de la radiología clínica. Los radiólogos ya no necesitan dedicar su refuerzo al manejo de los equipos primitivos y nace una nueva profesión: los técnicos de radiología, también llamados manipuladores y radiógrafos, que van a ser los que a partir de este momento se van a encargar de la ejecución de las radiografías, liberando al radiólogo de estas tareas y permitiéndole dedicar su tiempo y su interés al aspecto clínico de la especialidad. El inicio de ese período en España coincide con la celebración en Barcelona del VII congreso Latino y I Europeo de Radiología.

Es el momento en el que, liberada ya de gran parte de sus limitaciones, la radiología comienza a expandirse. Esto sucede en la década de los 60, en los Estados Unidos en los primeros años de la década, en Europa en su segunda mitad y España algo más tarde.

Coincide con el gran desarrollo de los hospitales en los que se va perdiendo el individualismo de los médicos con el nacimiento de los grandes servicios clínicos y quirúrgicos.

Es el momento en el que nacen los grandes departamentos de radiodiagnóstico, independientes de los servicios clínicos, con radiólogos con criterios propios, trabajando según sus propios conocimientos. Es el momento en el que empiezan a perderse ciertos latiguillos que resultaban in-

tolerables: «Yo las radiografías las pido sólo para confirmar»... O aquellos volantes: «Urografía intravenosa con placas a los 15 y a los 30 minutos», o «Tomografía de tórax con cortes desde los 2 a los 14 centímetros de dos en dos».

La radioscopia que tanto se había prodigado empieza a ser cuestionada y aunque su prohibición definitiva no se produce hasta el año 1990 en el R.D. 1.132, ya empiezan a alzarse de forma cada vez más contundente voces contra una práctica tan dañina por peligrosa y tan imprecisa desde el punto de vista de su real utilidad como medio de diagnóstico.

Los radiólogos se retiran de los aparatos y se acercan a los negatoscopios y a los enfermos. Se empiezan a consolidar numerosas prácticas intervencionistas y se aprende a poner un contraste donde sea necesario visualizar un órgano o una estructura que no es visible de otra forma.

Es el momento del gran desarrollo de técnicas como las mielografías, las exploraciones vasculares, las broncografías, las artrografías, los retroneumoperitoneos, etc.

El estudio radiológico de la mama fue otro de los retos de la radiología. Desde los primeros tiempos de los rayos X se realizaron intentos de obtener imágenes radiológicas de la mama con escaso éxito. Hay numerosos trabajos sobre las mamografías iniciales entre los que destacan los que en Uruguay realizó Raúl Leborgne, que ideó un dispositivo específico para la obtención de mamografías. El primero que describió una técnica medianamente fiable, consistente en

la utilización de bajos kilovoltajes y miliamperajes altos, fue Robert Egan, siendo su mayor aportación la sustitución de las placas radiográficas convencionales por placas mucho menos sensibles, pero que proporcionaban una mayor resolución y un mejor contraste. Con todo el método Egan distaba mucho de ser lo suficientemente preciso para el diagnóstico de la patología mamaria.

La especial disposición anatómica de las mamas y su constitución exclusiva por tejido glandular y grasa, así como el que uno de los signos de patología mamaria más importante es la existencia de microcalcificaciones, hacían muy difícil la técnica de su exploración radiológica.

Fue el catedrático de radiología de la universidad de Estrasburgo, el profesor Charles Gros, médico y físico, el que desarrolló en 1965 el equipo básico de mamografía, cuyos principios se mantienen en los mamógrafos más modernos. Gros siguió utilizando las placas de radiografía industrial como Robert Egan pero realizó grandes modificaciones en la instrumentación. Diseñó un generador específico para utilizar kilovoltajes muy bajos, diseñó igualmente un tubo en el que el ánodo se encontraba en un extremo lo que facilitaba el abordaje de la mama desde un plano más posterior y sustituyó el convencional ánodo de tungsteno por otro, construido con molibdeno, material que tiene la peculiaridad de emitir dentro el espectro continuo dos rayas características de 17 keV y 21 keV, cuya longitud de onda se adapta específicamente a

la absorción que producen los tejidos de la mama.

El mamógrafo de Gros constaba además de un brazo rotatorio que le permitía abordar la mama desde cualquier ángulo de la circunferencia y de un dispositivo de compresión que sirve para ayudar a la inmovilización del órgano y para disminuir su volumen con lo que a la vez disminuyen la dosis necesaria y la radiación dispersa.

Todos los mamógrafos que se han comercializado desde entonces disponen, junto a algunas mejoras, de los mismos requisitos que los primitivos Senograph.

Otra técnica efímera que defraudó muchas expectativas, fuera la termografía. Basada, como muchos otros adelantos de la medicina, en tecnología bélica, era capaz de detectar diferencias de temperatura de menos de una décima de grado entre dos zonas vecinas de la piel. El problema era que no todos los tumores producen elevación de la temperatura detectable.

Hemos venido hablando hasta ahora de grandes avances tecnológicos que fueron los que permitieron obtener imágenes interpretables de las que se pudiesen extraer conclusiones diagnósticas. Toca ahora hablar también de los radiólogos que impulsaron los aspectos clínicos de la radiología. La lista sería interminable, por lo que solamente voy a citar a Benjamín Felson de Cincinnati, quien desde su revista mensual *Seminars in Roentgenology*, fue tocando, de forma monográfica, prácticamente todos los temas de interés clínico, centrando la aten-



ción de los radiólogos en el significado de las imágenes y en la correlación anatomopatológica. Citamos también a John Caffey como el primer impulsor de la radiología pediátrica. Como Felson y Caffey, hubo muchos radiólogos, y en España también existió un grupo de radiólogos que fue la locomotora que trajo el cambio en la especialidad. Quizás el más significativo sea César Sánchez Álvarez Pedrosa que inició su andadura en España después de haber realizado su residencia en Filadelfia como radiólogo del Hospital General de Asturias, desde donde saltó al Hospital Clínico de Madrid, en el que fundó una gran escuela de radiología de la que proceden un gran número de los radiólogos que hoy se reparten por gran

número de los Hospitales españoles. A César Sánchez Álvarez Pedrosa se debe la más importante, quizás, obra de radiodiagnóstico en la lengua española.

En la provincia de Jaén queda claro que el fundador y primer impulsor de la radiología fue D. Gabriel Arroyo Sevilla, radiólogo del Hospital San Juan de Dios, y que desde los primeros tiempos también dispuso de su propio gabinete radiológico. Del Dr. Arroyo Sevilla tenemos referencias de que además de un gran radiólogo fue un excelente médico y un gran compañero para los demás médicos y que esta virtud la demostró durante la guerra civil en la que prestó grandes servicios a sus compañeros de profesión. Al Dr. Arroyo Sevilla le sucedió

su propio hijo, que continuó la obra de su padre. El siguiente radiólogo del que tenemos noticias también ejerció en el ámbito privado y en la medicina pública, fue D. José Dolset Chumilla.

Hasta el momento actual casi una centena de radiólogos ha ejercido en la provincia de Jaén. Ante la imposibilidad de citarlos a todos, solamente he querido traer aquí como recuerdo y homenaje las imágenes de los que ya no están entre nosotros.

Siguiendo de nuevo con el desarrollo tecnológico de la radiología, aproximadamente en los primeros años de la década de los 70, se produce la incorporación de una técnica que resultó ser con el tiempo otra poderosa arma diagnóstica y que fue, excepción

hecha de la termografía que tan corto recorrido tuvo, la primera técnica de diagnóstico radiológico en la que no se utilizaban los rayos X. Me estoy refiriendo a la ecografía. Inicialmente la ecografía se practicaba en muy escasos centros, en lo que es conocido como el «modo A», utilizando la terminología del Sonar, de la cual procede. El modo A consiste simplemente en emitir un haz de ultrasonidos y esperar que sea reflejado para representarlo en un diagrama como un pico. El tiempo transcurrido entre el momento de la emisión y el de la recepción de la respuesta puede ser transformado, conociendo la velocidad de transmisión de los ultrasonidos en el medio del que se trate, en un valor que indique distancia. Así las



primeras utilizaciones de los ultrasonidos permitían, exclusivamente aplicados perpendicularmente a un parietal, obtener la primera respuesta que era la que producía el parietal de entrada, una segunda onda que la producía la hoz del cerebro y una tercera onda que era reflejada por el parietal de salida. Teóricamente, y en práctica, la distancia entre el pico que indicaba la situación del parietal de entrada y la del pico originado en la hoz del cerebro debería de tener las mismas dimensiones que la distancia entre este último pico y el del parietal de salida; una diferencia entre ambas medidas podría indicar la existencia de un desplazamiento de la hoz del cerebro. También tuvo utilización en oftalmología con el mismo sistema.

Estas técnicas tal como las he descrito, fueron introducidas por un psiquiatra de Indiana llamado Karl Theodore Dussik, y las venía practicando desde el año 1942, aunque con escasa difusión.

En el 1960, aproximadamente, un escocés, Ian Donald, idea un método para poder representar estas sondas de ultrasonidos contiguas unas a otra llegando a constituir una imagen en la que únicamente había zonas que reflejaban ultrasonidos y zonas que no la reflejaban, es decir, había blancos y negros pero no había escala de grises.

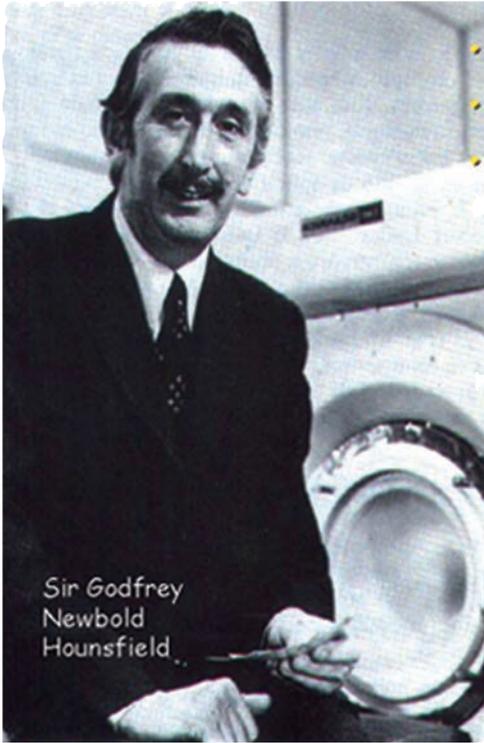
El siguiente paso en el desarrollo de la ecografía fue la incorporación de la escala de grises, haciendo que los aparatos fuesen más sensibles y pudiesen recibir otros ecos de menor intensidad que los ecos principales. Los primeros ecógrafos con escala de grises,

eran unos «armatostes» que obligaban al radiólogo a recorrer el contorno del paciente sucesivas veces para obtener imágenes valorables. La duración de un estudio ecográfico era muy larga y la calidad de las imágenes que se obtenían dejaba mucho que desear. La auténtica revolución se incorpora cuando un alemán, Richard Soldner, idea los equipos en tiempo real en los que el barrido, en vez de ser realizado por el brazo del radiólogo, se realiza de forma electrónica o mecánica en el propio traductor, obteniéndose imágenes que sucesivamente fueron mejorando de calidad y presentando mayor utilidad diagnóstica.

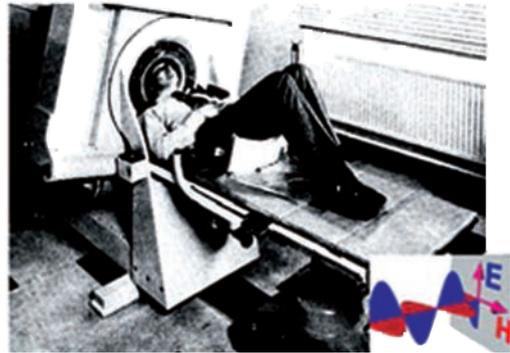
A partir de ahí la ecografía se desarrolla cada vez más, incorporando técnicas como el power Doppler y el Doppler pulsado, que permiten realizar estudios vasculares de gran precisión. El último adelanto ha sido las reconstrucciones tridimensionales en tiempo real conocidas como la ecografía 4D, que tienen más interés en su faceta humana que en la propiamente científica.

Parece mentira pero algo tan ajeno a la medicina como fue el fenómeno social de los Beatles tuviese una enorme repercusión en los ámbitos médicos. Se cuenta de que a mediados de los años 60, la casa EMI, que comercializaba los discos de los Beatles, había ganado tanto dinero con esta comercialización que, con objeto de mitigar el peso impositivo, convocó una beca de ayuda para investigaciones médicas.

La beca recayó en Godfrey Newbold Hounsfield, un físico que durante la



- Rayos x
- Detectores
- Ordenadores



guerra mundial habría trabajado para la RAF. Hounsfield era conocedor de unos trabajos, puramente teóricos sobre la representación de imágenes bidimensionales de estructuras tridimensionales, que había desarrollado el físico sudafricano Allan M. Cormack, en 1964. Con estos trabajos, tuvo la idea de realizar un equipo en el que incorporando tres elementos como eran los rayos X, detectores de radiaciones, similares a los que se utilizaban en medicina nuclear, e incorporando los primeros ordenadores que se utilizan en el ámbito médico, era capaz de obtener imágenes de cortes axiales, en un principio sólo del cerebro, permitiendo por primera vez tener imágenes de las estructuras neurológicas incluidas en el cráneo

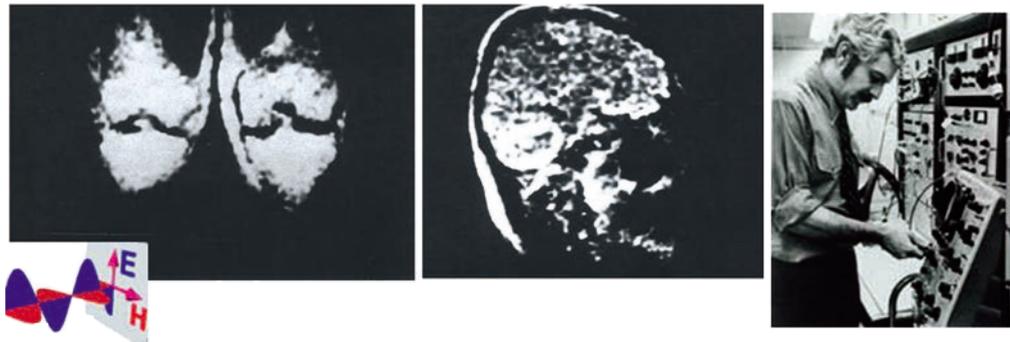
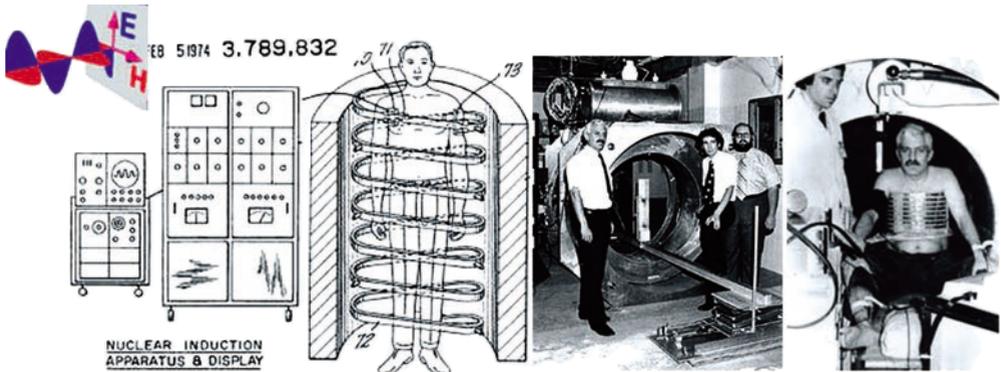
que siempre aparecían ocultas por los huesos.

La cronología del desarrollo del TAC se inicia en el 1967 con las primeras investigaciones, diseñando una primera máquina prototipo con el que realiza las primeras exploraciones en cadáveres. En el año 70 lleva a cabo la primera exploración en vivo y en el año 1973, en el congreso internacional de radiología que se celebra en Madrid, y que también debe ser considerado como otro de los hitos de la radiología moderna, se realiza la primera presentación en un stand de tercera categoría al que prácticamente nadie prestó atención. La primera unidad de TAC se instaló en España en el año 1976 y en 1984 llegó a Jaén el primer equipo de esta clase, ya

aprovechándose de la tecnología más moderna que le permitía realizar exploraciones no solamente de cráneo sino también de todo el cuerpo con una resolución prácticamente similar a los de equipos actuales.

No es exageración decir que en el diagnóstico por imágenes hay un antes y un después de la aparición de la tomografía computada o escáner. La capacidad de poder ver en mejor forma, con más precisión y menor invasión el interior del cuerpo humano se lo debemos principalmente a Sir Godfrey Hounsfield, inglés –en gran parte autodidacta–. Hounsfield falleció el 12 de agosto de 2004 en Londres, a los 84 años, y su muerte fue consignada en los principales diarios del mundo que le dedicaron columnas y reportajes.

La tomografía computada introduce el gran cambio en la imagen radiológica ya que puede medir la atenuación o absorción del haz de rayos cuando pasa a través de secciones del cuerpo y lo hace desde cientos de diferentes ángulos. Con estas mediciones, los computadores pueden reconstruir imágenes del interior del cuerpo. El paradigma fue comprender, que al escanear un objeto desde muchos ángulos, era posible extraer toda la información contenida en él. Este concepto ya había sido publicado por Allan Cormack, físico sudafricano, en los años 1963 y 1964, pero sus estudios no tuvieron un resultado práctico, probablemente por las dificultades de los computadores de su época para realizar todos los cálculos necesarios



en un tiempo razonable, pero es sin duda Sir Godfrey Hounsfield la figura central en el desarrollo del tomógrafo computado. De forma totalmente independiente a Cormack, desarrolló un prototipo y construyó el primer equipo de TC para uso clínico que permitía examinar el cráneo y su contenido.

Sir Godfrey Hounsfield obtuvo el premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1979, compartiéndolo con Allan Cormack. En el discurso de presentación del comité del Nobel, se destacó que, previo al escáner, *«las radiografías de la cabeza mostraban sólo los huesos del cráneo, pero el cerebro permanecía como un área gris, cubierto por la neblina. Súbitamente la neblina se ha disipado»*.

En su discurso de aceptación del premio, se refirió al futuro de esta técnica, prediciendo muchos de los avances que seguirían, e incluso habló de la posibilidad de examinar las arterias coronarias, bajo lo que llamó «condiciones especiales». Hoy esas condiciones son una realidad y permiten, entre muchos otros estudios, evaluarlas en forma rutinaria y no invasiva. En ese mismo discurso se refirió a los fundamentos de la resonancia magnética, que por esos años también se iniciaba como una revolucionaria herramienta diagnóstica. Visualizó que ambas técnicas serían complementarias, contribuyendo a importantes avances, en una nueva era del diagnóstico médico.

Las primeras imágenes de TAC, tal como fueron presentadas en el congreso de Madrid, no eran tales imágenes sino únicamente una represen-

tación numérica de densidades, que podían unirse de la misma forma que se hacía con las curvas de isodosis de radioterapia o con las isobaras meteorológicas, para representar dónde estaban las lesiones. Rápidamente fue fácil sustituir estas densidades por diferentes niveles de grises lo que dio lugar a la representación real de imágenes que tenían cierto parecido con las estructuras anatómicas reales. No obstante los primeros equipos disponían de matrices muy reducidas, que daban lugar a esta especie de imagen de cuadrículos coalescentes, que rápidamente fueron mejorando con la utilización de matrices mucho más importantes.

Con el TAC se ven superadas algunas de las limitaciones de la radiología clásica: las superposiciones ya no se producen y además las cuatro densidades son ahora infinitas densidades porque una de las ventajas es el poder manejar la ventana. Como consecuencia de la aparición de este nuevo método, muchas exploraciones que antes se realizaban, desaparecen del catálogo de prestaciones de los servicios de radiología.

No he querido insistir más en el prodigioso desarrollo de esta técnica, que de obtener sólo cortes axiales del cráneo, de muy baja calidad, llegó, mediante la incorporación de los nuevos TAC multicorte, a poder realizar reconstrucciones de los cortes axiales, superpuestos como una pila de monedas, y analizarlos, mirándolos de frente, de perfil o en cualquier otra orientación obteniendo imágenes muchos mejores que las que se visualizan en los atlas de anatomía o de patolo-

gía pero con una diferencia, que éstas son imágenes reales.

Como reales son también las imágenes vasculares que alcanzan a obtener magníficas representaciones de las arterias coronarias y de su patología, sin necesidad de cateterismos. Estas imágenes, que se adquieren mediante los nuevos TAC multicorte que son unos equipos en los que existen 64 coronas de detectores que actúan simultáneamente, y que en un solo barrido que dura medio segundo, es capaz de adquirir toda la información de un volumen en el que cabe todo el corazón. Después los ordenadores se encargan de eliminar los artefactos que pueda originar el movimiento y de reconstruir, imágenes como estas que se presentan, que pueden tener una gran utilidad, que están teniendo una gran utilidad, en enfermos sintomáticos para discernir si existen o no patología, y en el caso de que se descarte, terminar o continuar con exploraciones con catéter para angioplastias o recurrir a intervenciones quirúrgicas de by-pass si son necesarias.

Los avances tecnológicos del TAC y los que veremos más adelante, de la RM, consiguen exploraciones angiográficas que antes necesariamente tenían que haber sido realizadas mediante cateterismos. No obstante todavía la radiología intervencionista realiza algunas, aunque cada vez menos, exploraciones vasculares de carácter diagnóstico. Pero lejos de perder terreno la radiología vascular e intervencionista, avanza en el campo terapéutico realizando técnicas algunas antiguas, ya abandonadas como

la administración de Pitresin intraarterial para producir vasoconstricción en las ramas de la arteria mesentérica superior o intervenciones de reparación de patología vascular como las angioplastias, los stent, la fibrólisis intraarterial, la colocación de filtros en cava o la práctica de embolizaciones. En el campo de la radiología intervencionista permanecen las punciones con aguja fina y las biopsias guiadas por métodos radiológicos bien sea la ecografía, bien el TAC o bien la radioscopia, e igualmente se realizan drenajes de abscesos de las vías biliares, nefrostomías percutáneas etc, etc, etc. Todas estas técnicas tienen un elemento común y es que la forma de acceder es el método ideado por Seldinger para la cateterización de las arterias que se han ido extendiendo, en manos de los radiólogos intervencionistas, a todas estas aplicaciones que acabamos de ver.

Pero la técnica que hasta el presente ha adquirido mayor importancia y cuyas posibilidades van a aumentar ciertamente en un futuro inmediato es la RMI. Las principales ventajas de la RMI son:

- Que no utiliza radiaciones ionizantes.
- Que proporciona una altísima resolución de contraste.
- Que nos permite medir el flujo sanguíneo, y que además,
- Posibilita el análisis químico de los tejidos vivos.

El fenómeno de la RMI de los átomos fue descubierto en el año 1946, de forma separada e independiente por Félix Bloch de la Universidad de Stanford, aunque suizo de nacimiento.

to, y Edward Mills Purcell de la Universidad de Harvard. Habiendo sido galardonados con el premio Nobel de Física en el año 1952.

Muy brevemente digamos que el descubrimiento de Bloch y Purcell consistió en averiguar que cuando los átomos, con número atómico impar, son introducidos en un campo magnético lo suficientemente potente, los protones de sus núcleos, que inicialmente están desorganizados, se alinean con el eje de fuerzas del campo magnético, adoptando direcciones sur-norte los más numerosos y los menos norte-sur. En esta alineación, los protones adquieren un movimiento de rotación sobre su propio eje, conocido con el nombre de spin. La velocidad a la que giran depende directamente de la naturaleza del átomo y de la fuerza del campo magnético.

Si una vez que los protones están alineados con el campo magnético los sometemos a un impulso de una onda de radio cuya longitud de onda sea la misma que la velocidad con la que se encuentra girando, gran número de estos protones van a cambiar su orientación momentáneamente. Al cesar el impulso de la frecuencia de

radio espontáneamente recuperan su posición inicial, para lo cual liberan energía que se emite también, en forma de frecuencia de radio que se puede captar mediante una antena. Este es el principio de la RMI. Emitir impulsos de frecuencias de radio captar la respuesta que emiten los protones desde los tejidos.

Durante 25 años, aproximadamente, el fenómeno RM no tuvo otra aplicación que la de realizar estudios espectroscópicos de minerales. En 1970 Raymond Damadian, médico e investigador, describió las bases de la RM de imagen como herramienta de diagnóstico médico. Damadian observó que tejidos diferentes de animales estudiados en un campo de RM, emiten respuestas diferentes y que los tejidos cancerosos producen unas respuestas mucho más largas que los no cancerosos. Damadian diseñó un equipo de RM en el que cupiese el cuerpo humano al que puso de nombre «El Indomable».

La primera imagen del cuerpo humano obtenida por RM fue publicada en 1977 por Raymond Damadian. Para un solo corte obtenido a nivel del tórax, el examen había durado varias horas.

Las primeras imágenes de RM también adolecían de falta de resolución y detalles, éstas fueron obtenidas en el año 1981, los equipos de RM eran muy costosos no sólo en cuanto inversión, sino también en su mantenimiento, ya que además de las frecuentes averías tenían un excesivo consumo eléctrico y necesitan una enorme cantidad de agua para su refrigeración. La primera unidad de



RM de España se montó en Barcelona, y a modo de broma se decía que para poder refrigerarla necesitaba todo el caudal del Llobregat.

Los problemas técnicos se resolvieron progresivamente y uno de los principales, la excesiva duración de los estudios, se resolvió gracias a los trabajos del suizo Richard Robert Ernst, por los que también fue galardonado con el Nobel de Química en el año 1991 por su contribución al desarrollo de la metodología en la espectroscopia de RM de alta resolución.

Y en el año 2002, Kurt Wüthrich recibió el premio Nobel por haber desarrollado el método para determinación de la estructura tridimensional de macromoléculas biológicas en solución mediante espectroscopia de RM. En el año 2003 el premio Nobel de Medicina y Fisiología fue concedido, en conjunto a Paul Loutebur, norteamericano, y al inglés Peter Mansfield, «por sus descubrimientos concernientes a la Resonancia Magnética de Imágenes».

Históricamente, el 16 de marzo de 1973 Paul Loutebur, profesor de química de la Universidad Estatal de Nueva York, publicó en la revista *Nature* un corto trabajo titulado «Formación de Imágenes por interacciones locales inducidas, ejemplo de empleo de la R.M.». En el trabajo se describía una nueva técnica de imagen a la que se daba por nombre zeugmatografía (del griego zeugmo que significa yugo). Y refería que acoplando fuertes campos magnéticos con gradientes débiles se podía realizar la localización espacial de dos tubos de

agua, que a través del método de retroproyección producía la imagen de los tubos. Con este experimento, la Resonancia Magnética, que sólo era usada en espectroscopia, entra en el campo de los métodos de imagen.

Por su parte, Peter Mansfield desarrolló la utilización de gradientes en los campos magnéticos. Mansfield demostró cómo las señales pueden ser analizadas matemáticamente haciendo posible su aprovechamiento para técnicas de imagen. También demostró que se pueden conseguir imágenes en tiempo extraordinariamente cortos. Lo que fue realmente posible una década más tarde.

La concesión del premio Nobel a Loutebur y Mansfield supuso una gran controversia, puesto que son muchos los que piensan que realmente el invento de la RMI se debe a Damadian, y no a ellos, y todavía están pendientes de resolución los recursos que se presentaron sobre esta concesión.

En la actualidad la RMI se ha consolidado como el método de imagen que mayor información puede proporcionar. Son sobradamente conocidas las imágenes anatómicas de cualquier víscera, algunas especialmente impresionantes. Pero además los modernos equipos de RMI incluyen métodos de análisis que dan también información sobre la fisiología y la patología de los órganos. Los estudios Angiográficos de RMI hacen ya innecesarios los estudios diagnósticos con catéter, quedando la radiología vascular prácticamente restringida al campo terapéutico.

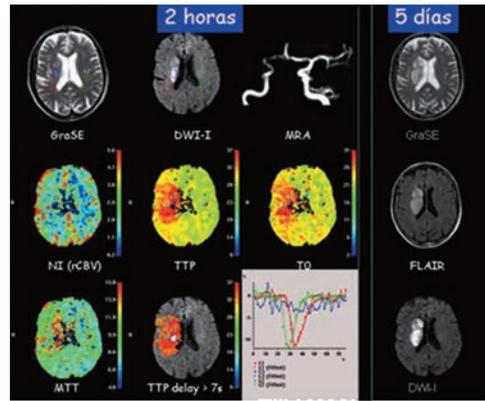
Podrían ponerse innumerables ejemplos y sólo he seleccionado algunos



de la práctica diaria por su espectacularidad.

Un caso de infarto de la cerebral media derecha, ramas profundas y corticales. A las 2 horas el infarto no es detectable en T2. La difusión y la perfusión nos permiten detectar los infartos en la primera hora, el T2 y FLAIR a partir de las 12 horas. La perfusión menos la difusión nos permite obtener el área de penumbra, es decir, la difusión indica el área de células no viables, muertas y no reparables, y el área afecta en la perfusión y no en la difusión es el área isquémica sin muerte celular, poten-

EVALUACIÓN GLOBAL DE LA ISQUEMIA CEREBRAL AGUDA CON RM



cialmente salvable con fibrinolisis en las primeras 6 horas tras comenzar la clínica. En este caso a los 5 días del infarto tras fibrinolisis (columna izquierda) vemos cómo en difusión, T2 y FLAIR el infarto tiene la misma extensión que en la difusión inicial indicando que el área de penumbra se repermeabilizó sin daño adicional.

La utilización de la espectroscopia como método de diagnóstico proporciona además información sobre la composición química de los tejidos, dando, para algunas enfermedades, informaciones tan precisas como las de la anatomía patológica.

También en el campo de la hemodinámica la información que proporciona la RMI puede ser incluso superior a la que se puede obtener con los estudios convencionales con cateterismo. Como ejemplo se pueden ver, en estos estudios de corazón, una pericarditis constrictiva en la que podemos además ver la falta de elasticidad del miocardio, o estas metástasis de un melanoma en el miocardio, que



no hubiesen sido vistas por ningún otro método de imagen.

También en el campo de los rayos X convencionales y clásicos, se está sufriendo una gran transformación. Las películas, las convencionales placas radiográficas, están siendo sustituidas por sistemas digitalizados de los que existen dos tipos en el mercado. Los conocidos como CR, en el que una placa de memoria sensible a las radiaciones, es impresionada en una sala de rayos X, esta placa se traslada a un equipo de procesado en el que se extrae de ella toda la información que contiene, y se limpia para dejarla útil para volver a ser utilizada y la información extraída se traslada a un sistema informático de procesamiento de datos del que se obtienen imágenes que posteriormente pueden ser impresionadas en un dispositivo adecuado. Estas máquinas, conocidas como CR, van a ser rápidamente sustituidas por otras llamadas DR de radiología directa, en las que el equipo intermedio de procesado desaparece, ya que el detector de radiaciones se

encuentra permanentemente situado en la sala de rayos X y la imagen es trasladada de forma electrónica directamente al computador. La radiología digital permite disminuir la dosis de radiación y proporciona imágenes de mayor calidad, precisamente porque permite el tratamiento de las imágenes, nos permite modificar los contrastes, la ventana e incluso realizar magnificaciones. Facilita la transmisión de las imágenes, con lo que se ha abierto el campo de la telerradiología o la distribución electrónica, bien sea a través de correo electrónico o por las propias redes informáticas de los hospitales e incluso pueden ser visualizadas por otros médicos en otras localizaciones a través de unos dispositivos como los conocidos «sistemas web», es decir, utilizando Internet. Finalmente, la gran utilidad de la radiología digital es que va a permitir que los archivos se realicen en los propios ordenadores, con grandes capacidades de almacenamiento sustituyendo los ya absolutamente insuficientes archivos que de ninguna forma tienen capacidad para recoger la gran cantidad de documentación que se genera cada día en cualquier centro asistencial.

Esta es la historia, o al menos mi historia, de la radiología tal como la he visto y en parte la he vivido, tratando de despersonalizarla en tanto en cuanto me ha sido posible. Únicamente recordar que en solamente 110 años se ha desarrollado una tecnología impresionante a través de la cual existe una poderosa industria dedicada a la fabricación de equipos ra-



diológicos y que los médicos tenemos otra forma de hacer la medicina.

En estos 110 años han recibido el premio Nobel por temas relacionados con la radiología:

- 1901: Wilhem Konrad Röntgen.
- 1911: Pierre Curie y Marie Sklodowska.
- 1949: Egas Moniz.
- 1952: F. Bloch y E.M. Purcell.
- 1979: G. N. Hounsfield y A. Cormack.

- 1991: Richard R. Ernst.
 - 2002: Kurt Wüthrich.
 - 2003: P. Lauterbur y P. Mansfield.
- En total 12 personas han recibido el galardón del premio Nobel.

Y como en todos los demás campos de la vida, la historia no se acaba sino que continúa.

Para finalizar, una sola palabra sobre el futuro que se nos avecina. Y que puede estar representado en la imagen de un anuncio publicado por la empresa General Electric en la contraportada del último número de la revista *Radiología*, es muy significativo, lo que dice, «si lo detectamos aquí puede que nunca aparezca aquí», se está refiriendo a la imagen molecular que ya empieza a ser una realidad hasta el extremo de que ya está siendo comercializada. ◀

Antonio Luna Fantony, Radiólogo.
