

Radiología digital.

Aspectos a considerar al implantarla en los servicios de radiodiagnóstico*

Miguel Chavarría Díaz

Servicio de Radiodiagnóstico de Adultos. Hospital Universitario la Fe y Departamento de Informática.
Universidad de Valencia. Coordinador del número especial de I+S. Radiología digital.

Sin lugar a dudas los servicios de radiodiagnóstico son los primeros en utilizar las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en el entorno sanitario. La propia obtención de imágenes radiológicas no sería posible sin el gran desarrollo de las tecnologías. Tanto es así que el progreso de la radiología ha estado siempre vinculado a la tecnología. Los equipos avanzan al ritmo de la informática. La rápida evolución hacia la nueva radiología digital obliga a establecer procedimientos con el objetivo de sacar todo el jugo posible a esta nueva situación. Ya no es posible imaginar una historia clínica electrónica que no incorpore las imágenes generadas en las exploraciones. Las redes para el envío de la imagen son fácilmente amortizables. La digitalización de los servicios de radiodiagnóstico pueden alterar diversos aspectos de su organización y funcionamiento, como veremos a continuación..

GESTIÓN DEL SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO

Un servicio de radiodiagnóstico es una unidad de trabajo jerarquizada que dispone de personal de distintas profesiones y de distinto tipo de material para, mediante la obtención de imágenes radiológicas conseguir diagnósticos médicos y realizar procedimientos terapéuticos.

Para que estos recursos materiales y humanos cumplan su cometido es necesario abordar una correcta planificación y organización. En la actualidad se adopta mayoritariamente la organización por órganos y sistemas, que ha sustituido a la organización por las técnicas utilizadas para la obtención de imagen. Es decir, las unidades que antes formaban un servicio de radiodiagnóstico: radiología convencional RX, ultrasonidos US, tomografía computarizada TC, resonancia magnética RM, angiografía digital AD, se agrupan actualmente como unidades de Abdomen, Mama, Músculo esquelético, Tórax, Vascular, Neurorradiología, Pediatría, etc.

El personal del servicio de radiodiagnóstico debe de ser consciente de la peligrosidad del uso de las radiaciones ionizantes y estar debidamente formado para su utiliza-

ción, siendo obligatorio el control de la dosis de radiación recibida por el personal profesionalmente expuesto.

La principal función de un servicio de radiodiagnóstico es el diagnóstico y tratamiento radiológico de sus pacientes siendo el radiólogo el responsable en todo el proceso.

El proceso asistencial es el conjunto de acciones y actuaciones que acompañan al propio acto asistencial. El proceso radiológico sería pues la estricta relación de actividades que siguiendo un orden lógico se producen desde que el volante de petición de exploración llega al Servicio de Radiodiagnóstico, en donde se practica el estudio, hasta que el informe radiológico llega al servicio de procedencia que lo solicitó. Por tanto, para adecuar esta gestión a las nuevas tecnologías modernas, hemos de planificar perfectamente los circuitos de toda la actividad del servicio. Será fundamental, entre otras, la realización de una agenda de citación en la que confluyan la citación por aparatos y técnicas combinada con los estudios por órganos y sistemas. Siendo importante la separación entre pacientes urgentes y programados y la distinción entre exploraciones diagnósticas y procedimientos terapéuticos.

* Este resumen ha sido redactado por Miguel Chavarría Díaz a partir de los trabajos presentados por: Santiago Alayón Hernández, Juan Pablo Alejo González, Ana Elena Báez Rodríguez, Carmen Cuesta López, Antonio Ballesta Cuñat, Francisco Bordils i Rovira, Bernardo Celda, Nieves Gómez León, Joan Guanyabens, Ignacio Hernando González, Isabel Hervás Benito, R. Maximiliano Lloret Llorens, José Vicente Manjón, Luis Martí-Bonmatí, José Francisco Martí Vidal, Albert Martínez Aparisi, C. Fernando Mugarra González, Montserrat Robles, Carlos Royo Sánchez, José María Sevilla, Ricardo Torres Cabrera

La disponibilidad de un sistema de información radiológico (RIS) no solo va a permitir la adecuación de los recursos disponibles para la realización de las exploraciones, además va a facilitar la introducción de los datos identificativos de los pacientes, la programación de explotaciones de acuerdo al catálogo de prestaciones definido (cartera de servicios), el control de asistencia de los pacientes, la identificación de los profesionales que realizan la exploración y la de los radiólogos que la informan y la interconexión adecuada con el sistema de radiología digital.

Para abordar la radiología digital es imprescindible disponer de un sistema de información radiológico. La implantación de uno de estos sistemas se consigue abordando tanto problemas de tipo humano, como es la adaptación del personal a la utilización de las nuevas tecnologías, como de tipo tecnológico como los siguientes: el sistema ha de ser lo suficientemente amoldable para poder conectar tanto con el sistema de información hospitalario (HIS) como con el sistema de almacenamiento de imágenes (PACS); el Sistema de digitalización elegido ha de ser lo suficientemente rápido y escalable; el sistema PACS ha de ser fácil de utilizar y dar soporte a todas las modalidades; deberá de garantizarla confidencialidad; la red de comunicaciones disponible ha de ser lo suficientemente rápida y segura que nos permita la distribución de imágenes en todo el hospital y fuera de él (Telerradiología); la impresión de placas con este nuevo sistema ha de ser de la suficiente calidad

El estudio y resolución de estas cuestiones nos llevan a tomar la decisión de emprender la digitalización del servicio y conseguir, de esta forma, que los radiólogos dispongan automáticamente de las imágenes generadas en el servicio.

El salto a la radiología digital obliga entre otras cosas a replantear el control de calidad de la radiología que se realiza de manera continua, a vigilar que todas las exploraciones realizadas se envíen al PACS y son archivadas, a realizar un mantenimiento de los equipos, a poder actualizar los programas informáticos utilizados y a tener definidos los sistemas de trabajo en caso de emergencias

Todo esto requiere la integración de un responsable informático en el Servicio de Radiodiagnóstico, que conozca los problemas y viva las situaciones conflictivas que una avería ocasiona, y que sea capaz de pensar como un Radiólogo y conocer sus necesidades.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN RADIOLÓGICA

Las nuevas Tecnologías de la Información nos presentan la posibilidad de disponer de las Historias Clínicas de los pacientes en todos los puntos del sistema de salud. Esto nos permite prestar la asistencia toda la población con un sistema informático único.

En un primer momento, la necesidad más sentida es la de poder disponer de los resultados de pruebas complementarias en todos aquellos lugares donde se produzca,

total o parcialmente, algún tipo de proceso asistencial.

Para ello, el Departamento o Servicio de Radiodiagnóstico debe disponer de un sistema de información (R.I.S.) que, conectado con el sistema de información del Hospital (H.I.S.), sea capaz de completar la gestión administrativa del mismo en los siguientes aspectos de: citación de los pacientes (scheduling), seguimiento de los pacientes antes y durante su cita para la realización de las pruebas solicitadas (patient tracking), y emisión y distribución de los dictámenes radiológicos pertinentes (reporting)

Todas estas funcionalidades deben ir acompañadas de la adecuada explotación estadística de los datos obtenidos (consumos, control de actividad, rendimientos, etc)

Por otra parte, es esencial garantizar que las imágenes diagnósticas obtenidas puedan ser visualizadas con rapidez y fiabilidad, así como que sean archivadas con todo tipo de garantías sobre su integridad y disponibilidad en cualquier momento y en aquellos lugares autorizados para ello. Esto constituye la esencia de los llamados P.A.C.S (Picture Archiving and Communications System) o Sistemas de Archivo y Comunicación de Imágenes (SACI).

La evolución del RIS Dulcigest, sistema de información para radiología adoptado en el Servicio de Salud de la Comunidad de Castilla La Mancha, se ha establecido en los siguientes criterios, adoptándose siempre a la tecnología existente en cada momento:

• Empleo de sistemas abiertos y fácilmente escalables; adhesión a normas universales bien establecidas; empleo de bases de datos relacionales que soporten la norma SQL. Así mismo sería aconsejable que los gestores de datos contemplen la posibilidad de realizar búsquedas documentales; las máquinas clientes deben ser elementos normalizados del mercado (PC comunes) en los que rueden sistemas operativos de amplia difusión (Windows, Linux)

Una de las funciones principales del RIS RIS "Dulcigest" es permitir identificar en el proceso de realización de una prueba diagnóstica todas y cada una de las personas y elementos que intervienen en la misma.

Las funcionalidades fundamentales en las que se basa el RIS son por tanto las siguientes:

- CITACIÓN. (Agendas de trabajo)
- RECEPCIÓN. (Llegada del paciente para realizar la prueba)
- RECOGIDA DE ACTIVIDAD (Ficha del técnico coincidencias y material empleado)
- INFORMES (Realización informe radiológico)
- ESTADÍSTICA (Explotación de datos del sistema)

La cita de pacientes es automática e informática a través de web pudiendo determinarse perfiles en la citación y con posibilidad de utilización de la intranet o Internet, según sea el caso. Podrá realizarse citas desde los puntos adecuados definidos en el hospital, en los centros periféricos y lo que es fundamental por el médico y centro de salud que la solicitó, de manera instantánea y automática.

Recogida de datos. Si disponeos de la misma base de

Monográfico: Radiología Digital

datos poblacional de HIS/TIS; cada cambio que se realice en el mismo se reflejará en el RIS. Con ello conseguiremos que los datos se introduzcan en el sistema una única vez.

Explotación de datos. Una vez recogidos los datos necesarios podremos disponer de la siguiente información: Actividad por exploraciones y pacientes, consumos de placas contrastes y otro tipo de material. Pruebas según servicio/médico solicitante. Pruebas realizadas por enfermero. Estudios informados por radiólogo. Actividad por sala. Pacientes y estudios por día y sala. Estudios por periodos (Día, mes, año), tiempo de demora, pacientes urgentes, etc.

LA RADIOLOGÍA DIGITAL. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES.

Bajo el epígrafe de “radiología digital” se suele hacer referencia a un amplio conjunto de sistemas de adquisición, tratamiento, procesamiento, transmisión, archivo y visualización de información radiológica. Aunque uno de los productos finales de estos sistemas está constituido por imágenes similares a las que se obtienen en la radiografía convencional, la formación y los componentes de tales imágenes presentan características particulares que afectan tanto a su aspecto como al contenido de información y a la presentación de ésta.

La principal ventaja de la radiología digital, tiene que ver probablemente con las posibilidades que ofrece de gestionar la información de manera flexible, rápida y eficaz y, por ello, es normal que se preste especial atención a los sistemas de tratamiento, transmisión, archivo, distribución y visualización de imágenes. No debe perderse de vista, sin embargo, que todas esas posibilidades se basan en la existencia previa de una imagen en formato digital, adquirida normalmente mediante elementos y detectores de radiación que tienen un comportamiento diferente del de la película radiográfica clásica. Por ello, las propiedades y características de las imágenes digitales también son distintas de las imágenes analógicas convencionales.

El término radiología digital se utiliza para denominar a la radiología que obtiene imágenes directamente en formato digital sin haber pasado previamente por obtener la imagen en una placa de película radiológica. La imagen es un fichero en la memoria de un ordenador o de un sistema que es capaz de enviarlo a través de una red a un servidor para su almacenamiento y uso posterior. Por el contrario la radiología analógica utiliza para obtener imágenes un chasis con cartulinas de refuerzo y película radiológica o si es radiología en tiempo real un intensificador de imágenes que se visualizan en un monitor a la vez que se están obteniendo.

La radiología analógica ha demostrado a lo largo de más de diez décadas que es un sistema fiable y que con él se obtienen imágenes diagnósticas de gran calidad. A pesar de ello todo apunta a que sus días están contados y que la radiología digital va ir sustituyendo paulatinamente a la radiología analógica.

Aunque desde hace bastantes años en los Servicios de

Radiología de los Hospitales españoles entraron sistemas de obtención de imágenes diagnósticas en los que la imagen que se obtiene es digital: TAC, RMI y Ecógrafos, también se podría incluir en esta lista los equipos vasculares digitales y las imágenes de Medicina Nuclear obtenidas con las gammacámaras, éstas se seguían tratando como si fuesen analógicas, imprimiéndolas y luego visualizándolas en el negatoscopio.

El gran salto se produce cuando se digitaliza la radiología convencional, debido a la irrupción de los PACS, que son sistemas de archivo y comunicación de imágenes médicas, y las estaciones de Visualización y Diagnóstico que acompañan a la llegada de la Radiología Digital.

Podemos agrupar los diferentes sistemas de radiología digital convencional en dos tipos, radiología digital indirecta (IR: Indirect Radiography) o radiología computarizada (CR: Computed Radiography), y radiología digital directa (DR: Direct Radiography).

La radiología computarizada (CR) es un tipo de radiología digital con más de dos décadas de antigüedad.

Para obtener un sistema CR basta sustituir en un equipo de RX convencional, el chasis radiológico de película fotográfica con sus cartulinas de refuerzo, por un chasis que tiene en su interior una lámina de un fósforo foto-estimulable. El equipo se ha de completar con un lector del nuevo tipo de chasis e impresoras adecuadas conectadas al lector de chasis.

El fósforo de la cartulina CR, a diferencia de los fósforos de las cartulinas de refuerzo de los chasis de la radiología analógica, no emite instantáneamente la mayor parte de la energía que el haz de RX le depositó al interactuar con él, si no que la almacena durante cierto tiempo, para que la emita antes de que decaiga de forma espontánea hay que estimularlo mediante la incidencia de un haz de fotones de la energía adecuada.

El equipo de lectura del chasis CR es similar a una reveladora luz-día de los chasis de la radiología analógica. Una vez que el chasis está dentro del equipo de lectura este extrae la placa de fósforo, la pone en un sistema de arrastre por rodillos y barre cada línea horizontal de la placa con un haz de luz láser en la banda energética del rojo. La luz láser roja es la excitación adecuada para que el fósforo emita la energía acumulada, en la irradiación con RX, en forma de fotones de luz visible en el intervalo de energías del azul al verde. La lleva a un tubo fotomultiplicador y este convierte la luz en una señal eléctrica. Un conversor analógico digital transforma la señal eléctrica en un número.

El proceso repetido para cada punto de cada línea de la placa, da una serie de números que formarán la imagen digital, donde cada número dará un nivel de gris del punto de la placa correspondiente.

En cuanto a la radiología digital directa existen dos tecnologías diferentes: Los sistemas basados en sensores CCD y los detectores de panel plano FP.

Un sensor CCD es el dispositivo que capta las imágenes

en las cámaras y las videocámaras digitales actuales. Un sensor CCD es un circuito integrado que contiene en una cara una matriz de elementos sensibles a la luz visible. Para un tamaño de la matriz sensible de 2,5 x 2,5 cm la matriz puede contener 2048 x 2048 elementos y las imágenes que obtiene serán de 4 Mega pixels de resolución.

Cuando los fotones de luz visible interaccionan con un elemento de la matriz del sensor CCD, en el elemento se liberan electrones y estos quedan atrapados en el mismo ya que actúa como un condensador eléctrico. La razón estriba en que hay barreras de potencial eléctrico entre los diferentes elementos, que impiden la migración de la carga entre elementos. La lectura posterior de la carga almacenada en cada elemento y su conversión a un valor digital es el proceso que permite obtener una imagen digital con estos sensores.

Los detectores de panel plano son más conocidos con el nombre genérico de flat panel (FP) o también flat panel detector (FPD).

El desarrollo tecnológico ha logrado un control muy preciso de las técnicas de deposición de sustancias semiconductoras sobre extensas áreas de un sustrato. Un campo de aplicación de estas técnicas es la denominada tecnología de matriz activa, y un ejemplo de ello son las pantallas planas de ordenador tipo TFT. Este avance tecnológico se ha utilizado para desarrollar nuevos sistemas detectores de RX que permiten obtener imágenes digitales transcurridos tan sólo unos segundos desde la realización del disparo de RX y sin tener que manipular ningún chasis. El detector cuando recibe un disparo de RX genera una secuencia de datos numéricos que transferirá al ordenador que controla el equipo.

La estructura interna de estos detectores es parecida a la de las pantallas TFT pero con una diferencia importante: las pantallas TFT usan la matriz activa para mostrar en ella una imagen que está en formato digital en el ordenador. Los detectores de panel plano recogen información del disparo de RX a través de una matriz activa, la digitalizan y el ordenador almacena el fichero de los datos recibidos desde el detector: la imagen digital.

Si se incrementa el espesor del centellador aumenta el rendimiento de detección de fotones de RX pero por contra se pierde resolución espacial.

Los parámetros: rendimiento de detección y resolución espacial, son esenciales para la calidad de la imagen, por tanto hay que buscar un espesor de centellador que mantenga un equilibrio entre ambos, y se obtenga una calidad de imagen adecuada.

Un caso especial de digitalización debe de considerarse en el tema de mamografía digital debido a las altas necesidades de resolución que se necesitan en este tipo de exploraciones.

Los diferentes tipos de equipos de mamografía digital que actualmente se ofertan se han implementado mediante los diferentes tipos de radiología digital ante-

riormente citados. Hay de todos los tipos y es difícil decidir cual es el que presenta las mejores prestaciones. Además lo que hoy se puede aventurar como el equipo con mejores prestaciones, probablemente mañana será superado por un nuevo diseño o simplemente por la introducción de unas sencillas mejoras en un equipo ya existente.

El objetivo es conseguir una resolución de los 11 pares de líneas por milímetro que se obtienen con algunos sistemas de imagen de la mamografía analógica

VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA RADIOLOGÍA DIGITAL.

En cuanto a las ventajas principales que ofrecen los sistemas de adquisición digital de imágenes radiográficas citamos las siguientes:

Permite la digitalización de los sistemas de radiografía convencional sin necesidad de cambiar los equipos de rayos X; se pueden seguir utilizando los mismos generadores, tubos, mesas, estativos, etc., y basta con sustituir los chasis con la clásica combinación placa-pantalla por otros que incorporen en su lugar una lámina de fósforo fotoestimulable, e incorporar lectores de CR, reducción del consumo de película, reducción de la dosis a pacientes, reducción de la repetición de exploraciones, la imagen digital: su principal ventaja es la incorporación de las posibilidades de procesamiento, transmisión, archivo, visualización. La calidad obtenida es satisfactoria y estable.

Las limitaciones que no hay que olvidar son las siguientes:

Limitación para registrar con fidelidad estructuras pequeñas, la posibilidad de registrar estructuras pequeñas obliga al incremento de la resolución al disminuir el tamaño del píxel y por tanto a aumentar considerablemente el tamaño de la imagen. Disminución de la relación señal/ruido y las pantallas de fósforo tienden a degradarse con el uso.

En cuanto a la utilización de paneles planos lleva aparejada la ventaja de hacer desaparecer los chasis al producirse la imagen de forma inmediata, la principal inconveniente es que la degradación de los paneles planos supone la necesidad de un gasto considerable para su sustitución.

La calidad de la imagen se define por la resolución espacial es decir, la capacidad del sistema para representar en la imagen estructuras de tamaño pequeño y bordes nítidos.

Otros factores a considerar son el contraste, que es la capacidad de distinguir estructuras de similar grado de atenuación para los rayos X. En los sistemas digitales siempre existe la posibilidad de modificar sus valores. El ruido de imagen que es la variaciones aleatorias de intensidad como consecuencia de la variación estadística en el número de fotones que llegan al receptor. A más dosis menos ruido.

La eficiencia de detección cuántica (DQE) que relaciona todos ellos es una medida de la proporción en que dicho sistema preserva a su salida la relación entre señal y ruido que hay a la entrada.

Monográfico: Radiología Digital

Almacenamiento y transmisión de imágenes. PACS

El sistema que gestiona las imágenes digitales se denomina PACS, Picture Archiving and Communication System. Su función es gestionar las imágenes radiológicas desde que son producidas en cualquiera de las modalidades, almacenándolas y enviándolas a la estación de trabajo en donde sean requeridas.

La unidad funcional de un PACS es el estudio, que esta formado por una o varias series, cada una de ellas formada por una o varias imágenes.

La posibilidad de intercomunicación entre todos los dispositivos (modalidades, sistemas de almacenamiento, estaciones de diagnóstico, impresoras) que forman un PACS es posible gracias a la estandarización y normalización de productos.

El estándar de intercomunicación de imágenes médicas se denomina DICOM (Digital Imaging and COMMunication on Medicine)

En el protocolo DICOM están definidas cada uno de los servicios que proporciona de manera exhaustiva para que puedan ser implementados en cada uno de los dispositivos elaborados por distintos fabricantes.

Los servicios mínimos son los de Almacenamiento, Consulta y recuperación, Gestión de lista de trabajo y servicio de impresión.

La característica más importante del PACS es su interacción e integración con el sistema de información radiológico RIS. Un PACS aislado no tiene ningún sentido ya que deja de aprovechar todas las funcionalidades que ofrece el RIS (cita, realización e informado), la integración entre sistemas de información sanitarios se consigue con protocolos de intercambio de información siendo el más conocido el protocolo HL7 (Health Level 7).

El tamaño de un PACS lo definen los componentes físicos que lo forman, Memoria, Memoria secundaria, Memoria remota, servidores, clientes, etc..)

Los componentes lógicos son los que definen las funcionalidades del PACS: Gestión de Base de Datos, Gestión de imágenes, Gestión de dispositivos de almacenamiento secundario, Interface con el RIS, Módulos de tratamiento de imágenes y postproceso.

El resultado de los estudios radiológicos, es decir, el informe radiológico junto con las imágenes estará a disposición de los clínicos si disponemos de la funcionalidad adecuada en el PACS.

Actualmente esta distribución de imágenes se consigue fácilmente a través de la tecnología WEB.

Para no cargar excesivamente las redes de comunicaciones de los centros, las imágenes que se distribuyen son imágenes comprimidas que aunque no tienen la calidad diagnóstica si tienen la suficiente calidad para los clínicos.

POSTPROCESO EN IMAGEN MÉDICA: MORFOLOGÍA FUNCIONAL Y MOLECULAR

La evolución de la tecnología digital ha transformado la ciencia radiológica de una manera espectacular en los

últimos años. El desarrollo de las imágenes de resonancia magnética (RM) y la tomografía computarizada (TC) helicoidal multicanal de última generación han permitido conocer y evaluar las distintas patologías del ser humano con un grado de detalle nunca antes visto.

El procesamiento digital de los datos obtenidos por las máquinas que adquieren las imágenes médicas es un campo que permite extraer una información que se sitúa más allá de la simple observación de las imágenes en las placas radiográficas o en los monitores diagnósticos de los servicios de radiología. El procesamiento digital de las imágenes médicas permite precisar la anatomía del área estudiada y obtener una información funcional e, incluso, molecular.

La TC y la RM se han utilizado tradicionalmente para estudiar la anatomía y los cambios estructurales asociados a la enfermedad, debido principalmente a su gran resolución espacial y capacidad tomográfica. Para estudiar la funcionalidad subyacente se han utilizado técnicas como la tomografía por emisión de positrones (PET) o la tomografía por emisión simple de fotones (SPECT).

Sin embargo, en la actualidad se han desarrollado técnicas de postproceso que permiten visualizar eficientemente grandes volúmenes de datos y estudiar la funcionalidad de determinados órganos, como por ejemplo el cerebro, utilizando las imágenes generadas por TC y RM. El desarrollo de programas y procesadores cada vez más rápidos ha hecho que estas herramientas se estén utilizando cada vez más en los entornos hospitalarios.

El postproceso de los datos de imágenes médicas parte de una premisa primordial: los datos originales deben tener una calidad excelente para la finalidad que se pretende. Si tenemos que evaluar estructuras morfológicas, el espesor de las particiones del volumen de datos adquiridos debe ser pequeño y las imágenes reconstruidas deben estar solapadas. Para el estudio de fenómenos funcionales las imágenes adquiridas deben observarse con una resolución temporal de muestreo inferior al hecho observado. Casi todas las herramientas de postproceso requieren además de una coherencia espacial de los datos. Si las adquisiciones son múltiples en el tiempo, estudiando varias veces el mismo volumen, hay que asegurarse de la concordancia espacial de los vóxeles mediante técnicas de corrección.

En el postproceso morfológico las técnicas más utilizadas son reconstrucción multiplanar, visualización volumétrica y segmentación. En el postproceso funcional hay que destacar la perfusión cerebral, la actividad funcional cerebral, la difusión microscópica del agua y el postproceso en imagen molecular.

FUSIÓN PET-TAC, UNA APUESTA DE FUTURO

Las técnicas de imagen, basadas en el contraste de densidades, en las que se encuadran las exploraciones radiológicas y los ultrasonidos, proporcionan una información

fundamentalmente anatómica,. De los estudios de resonancia magnética, por medio del análisis protónico, se pueden obtener imágenes de caracterización tisular, que sin embargo no llegan a representar la cinética celular. El campo de la imagen metabólica pertenece a la medicina nuclear, que a través de la radioquímica de los núclidos participa en el diagnóstico detectando y midiendo la función intracelular. Entre estas últimas destaca la Tomografía de emisión de positrones (PET), cuya principal aportación se valora en parámetros de resolución de imagen cuantificación absoluta del metabolismo celular y una radioquímica muy diversa y abundante.

Muy recientemente se está generalizando el uso de la PET, favorecida en gran medida por el acceso al entorno hospitalario de un equipamiento altamente sofisticado. Así los nuevos ciclotrones, dedicados a la producción de radionúclidos emisores de positrones, son más sencillos y ofrecen un mayor rendimiento. La producción de radiofármacos en el laboratorio es más eficaz, gracias al diseño de módulos capaces de realizar síntesis más rápidas controladas por ordenador. A su vez se están desarrollando nuevos tomógrafos PET que incluyen nuevos detectores y programas de análisis mejores que dan como resultado una mayor rapidez y calidad de las exploraciones.

La tomografía de emisión de positrones (PET, del inglés Positron Emission Tomography) es una técnica de diagnóstico clínico no-invasivo que permite la imagen funcional "in vivo" del metabolismo celular. Su importancia en especialidades como la Oncología, Neurología o Cardiología está bien avalada por la literatura científica donde gran cantidad de datos sugieren que la PET es superior a las técnicas convencionales de imagen (TAC y RM) en determinadas situaciones clínicas.

La PET permite obtener imágenes usando compuestos biológicamente activos, sustratos, ligandos o fármacos marcados con emisores de positrones. Estos agentes marcados se administran normalmente vía intravenosa, distribuyéndose según el flujo sanguíneo y siendo asimilados independientemente de su carácter radiactivo. Los positrones se forman durante la desintegración radiactiva de un núcleo que tiene un número excesivo de protones para alcanzar la estabilidad nuclear.

Tras sucesivas colisiones, el positrón pierde su energía y cuando está prácticamente en reposo se combina (aniquila) con un electrón orbital convirtiéndose la masa de ambas partículas (electrón y positrón en reposo) en energía, generándose dos fotones de 511 KeV cada uno, los cuales serán emitidos simultáneamente y en sentidos opuestos, pudiendo salir del organismo y ser detectados en el exterior. Los radionúclidos emisores de positrones son isótopos de elementos comunes en el organismo y, en consecuencia, los más apropiados para marcar moléculas y realizar estudios in vivo.

Los núcleos emisores de positrones están caracterizados por tener un periodo de semidesintegración muy corto

(minutos-pocas horas). Así para una determinada actividad se consiguen altas actividades específicas lo que se traduce en un mayor número de cuentas en la imagen (lo que mejora la calidad de la imagen).

La tomografía de emisión de positrones se basa en la detección de los fotones producidos en la aniquilación de los positrones.

Los tomógrafos dedicados a la PET obtienen imágenes de gran calidad mostrando la distribución corporal del radiotrazador a lo largo de todo el cuerpo. Sin embargo existe una gran dificultad en la interpretación de estos estudios debido a la pobre definición de muchas estructuras anatómicas en las que no se capta el radiotrazador.

Para la interpretación de estas imágenes se hace imprescindible el poder disponer de imágenes de TAC o de RM del mismo paciente obtenidas en la misma posición física que las de PET.

Esto entraña una gran dificultad debido a que los pacientes son explorados en diferentes tiempos, en diferentes lechos de exploración, posiciones y es difícil conseguir la concordancia entre órganos y los movimientos del paciente.

Todo esto lleva a reconocer la necesidad de la fusión de las imágenes para conseguir el corregistro exacto de datos anatómicos y metabólicos de la TAC y la PET.

La solución definitiva de la fusión implica la adquisición de imágenes funcionales y anatómicas con un instrumento único PET-TAC sin mover al paciente de la camilla y con una mínima diferencia temporal entre las imágenes..

APLICACIONES DE LA RADIOLOGÍA DIGITAL: DE LA TELERRADIOLOGÍA AL TRABAJO RADIOLÓGICO EN RED

El hecho de tener las exploraciones disponibles en formato digital y poder acceder desde cualquier lugar y en cualquier momento va a plantear nuevos escenarios de trabajo, de colaboración y de cooperación entre profesionales.

Temas como la realización de guardias sin presencia física del radiólogo en el lugar donde se realiza la exploración, informe de exploraciones programadas a distancia, poder acceder a soporte especializado, poder compartir áreas de especialización y poder acceder a la revisión y consulta de casos especiales van a provocar nuevas situaciones que entre otras cosas potenciará y reforzará las relaciones entre los servicios de Radiodiagnóstico.

La evolución de la radiología digital permite tener en cuenta al menos tres nuevos modelos o prototipos de trabajo.

La Telerradiología como parte fundamental de la telemedicina entendida en el sentido de poder transmitir exploraciones e información de un lugar a otro en los que la distancia constituye un factor crítico, y poder de esta manera proporcionar un acceso al conocimiento médico.

Un escenario sin placas, donde la información en formato digital permite ser visualizada e interpretada sin

Monográfico: Radiología Digital

necesidad de la impresión de placas y con los consiguientes beneficios directamente generados.

Trabajo radiológico en red. El radiólogo está en cualquier sitio donde haga falta, es móvil, está en todas partes.

Estos modelos han dejado de ser teóricos y empiezan a ser implantados de forma obligatoria en aquellas zonas en las que es difícil moverse de un lugar a otro como es el caso de la Comunidad Canaria y la de las Islas Baleares.

La experiencia de intercomunicación, hace ya más de diez años, entre las islas de Gran Canaria y de Lanzarote es una buena prueba de ello.

INCIDENCIA Y REPERCUSIÓN DE LA DIGITALIZACIÓN EN UN SERVICIO DE RADIOLOGÍA EN LA CALIDAD, FORMACIÓN Y ORGANIZACIÓN

La Radiología es una especialidad médica que siempre ha estado vinculada a la tecnología. La introducción de la imagen digital en el ámbito diagnóstico y asistencial como sustitutivo de la placa radiográfica potenciada por la imparable explosión de Internet, está produciendo grandes cambios en los modelos sanitarios actuales al crear nuevos conceptos de distancia y comunicación entre médico y paciente y entre profesionales médicos.

En los últimos treinta años hemos asistido a un avance imparable en la aplicación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en radiología en áreas como el diagnóstico asistido por ordenador, la cirugía guiada por imágenes, la integración de nuevos sistemas de información clínica y la telerradiología.

Por otro lado el constante desarrollo tecnológico ha aportado soluciones para la organización de los servicios de Radiología y del hospital en general.

Este nuevo entorno laboral y social está redefiniendo el papel del radiólogo en la sanidad moderna convirtiéndole en un profesional clave no sólo como experto en comunicación, sino también como médico involucrado en la atención y asistencia al paciente y en la gestión eficiente de los recursos.

El Modelo Europeo para la Excelencia de Calidad de las Empresas (EFQM) proporciona un marco apropiado para el cambio hacia la gestión de la calidad. Para ello plantea todos los puntos a tener en consideración para la obtención de valor perdurable en el tiempo, a partir de una serie de agentes cuyo objetivo es la consecución de resultados.

Un Sistema de Gestión es una herramienta excelente que une el enfoque estratégico, los proyectos y políticas existentes y los indicadores procedentes del control de gestión facilitando un marco estratégico compartido y un alineamiento estructurado que permitirá comunicar mejor la estrategia, priorizar mejor el seguimiento y desarrollar mejor la acción.

Las organizaciones son un conjunto de capacidades y recursos (activos), cuya utilización es coordinada en forma de procesos dirigidos a obtener resultados perdurables en el tiempo para los diferentes grupos de interés, mediante una propuesta de valor.

El Cuadro de Mando Integral, y los distintos elementos que

lo configuran (mapas estratégicos, indicadores y plan de acción), es un Sistema de Gestión que incorpora los requerimientos del modelo EFQM, y permite clarificar y concretar los Resultados que se desean obtener, enfocar los procesos hacia esos resultados, conseguir y asignar óptimamente las Capacidades y Recursos (humanos, materiales, económicos, tecnológicos, alianzas, etc.) que requieren los Procesos.

La valoración de la incidencia y la repercusión de la digitalización de la Radiología se realiza mediante el análisis de su impacto en las distintas perspectivas del Mapa Estratégico.

En cuanto al impacto en la tecnología, vemos que la amplia aceptación de ésta ha sido debido esencialmente a la utilización de estándares, en particular del estándar DICOM y el estándar de telerradiología del ACR (American College of Radiology) y a las mejoras obtenidas al integrar los sistemas de información.

Impacto en las personas, la digitalización favorece el papel del radiólogo como consultor, participando en la toma de decisiones clínicas, al mejorar la comunicación y la coordinación entre profesionales. En cuanto a la organización, la digitalización obliga a reorganizar las actividades del servicio. En cuanto a la formación, el trabajo en red facilita la gestión del conocimiento y la implantación de protocolos y guías clínicas. La motivación del personal se puede fomentar a través de la figura de un líder que dé coherencia a los objetivos, y por otra parte es imprescindible la participación de colaboradores de apoyo: físicos, ingenieros, informáticos, economistas, etc.

Por otra parte está el impacto en los procesos: la digitalización de la imagen y la integración de los sistemas de información son una herramienta imprescindible para la mejora de los procesos de citación, exploración e informe, permitiendo la entrada única de información al sistema con actualización inmediata y automática de todo el sistema. Además optimiza la programación de pruebas con seguimiento y valoración de la indicación y posibilita la automatización de la elaboración del informe.

La obtención de resultados ofrece una propuesta de valor a los clientes internos (médico prescriptor) dándole entre otros la posibilidad de acceso inmediato a los informes y las imágenes y a los clientes externos (pacientes) la reducción del tiempo de hospitalización y de las listas de espera.

Los resultados clave para el Hospital se concentran en el incremento de la rentabilidad y para el Servicio de Radiología se resumen en una mejora de la productividad, una mejora de la calidad de imagen, una mejora de la cartera de productos y una actualización tecnológica constante.

IHE, EL COMIENZO DE LA INTEGRACIÓN DE LA EMPRESA DE SALUD DESDE EL SERVICIO DE RADIOLOGÍA

La iniciativa IHE (Integrating the Healthcare Enterprise), Integración de la Organización (Empresa) de Salud, intenta dar respuesta a las dificultades que tienen los diferentes sistemas de información clínico asistenciales para comuni-

carse entre sí.

En la actualidad en un sistema de salud existen docenas de sistemas de información que realizan funciones específicas (gestión de pacientes, sistemas departamentales, facturación y financiación, historia clínica, etc.). Estos sistemas necesitan comunicarse de tal forma que los usuarios finales tengan la información que necesitan para la toma de decisiones cuando y donde lo necesiten. La llegada de estándares tales como HL7 (Health Level 7) y DICOM a los sistemas de información han creado mecanismos para compartir datos y optimizar los flujos de información entre sistemas originariamente aislados.

La apuesta actual de evolución es conseguir que, con la utilización de los estándares adecuados, los sistemas de información funcionen empleando el “dato único” con el objeto de evitar duplicidades de registros y la captura repetida de información ya disponible.

La iniciativa IHE pretende que en un futuro todos los sistemas de información que intervienen en el proceso sanitario compartan información de forma eficaz y transparente. Para ello proyecta aunar los esfuerzos de los usuarios, los desarrolladores de sistemas de información y los fabricantes de modalidades para avanzar en la integración de datos.

La herramienta práctica que ofrece IHE es la definición de Perfiles de Integración. Los perfiles de integración se definen como la agrupación de actores, transacciones y vocabulario común para realizar una tarea típica de flujo de trabajo en un servicio de radiología.

En la actualidad nos encontramos con varios perfiles de integración ya definidos como: El flujo de programación, la reconciliación de la información del paciente, presentación de imágenes coherentes, presentación de procedimientos agrupados, acceso a la información radiológica, notas sobre imagen clave, informe numérico e imagen simple, flujo postproceso, etc.

LA SEGURIDAD EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN RADIOLOGÍA

Tal y como hemos visto, un sistema PACS permite el acceso a las imágenes clínicas para su diagnóstico e investigación desde cualquier lugar del servicio de radiodiagnóstico y en cualquier momento. De igual manera, las imágenes y los informes correspondientes pueden ser accedidos desde lugares distintos al área de radiología, desde cualquier puesto de trabajo del centro hospitalario o desde fuera de él, por cualquier médico facultativo autorizado que lo requiera en sus tareas asistenciales o de investigación.

Una de las características de la información que gestionan los servicios de radiología es su confidencialidad, al ser información sobre la salud de las personas que, además, está explícitamente protegida por ley. Por ello, el gran reto actual en los sistemas de información radiológicos es que la información esté disponible con el formato adecuado cuando y donde se requiera, que la información sea de calidad y fia-

ble en todo momento y que permita además asegurar que sólo aquellas personas que han sido autorizadas tienen acceso a la información de manera conveniente.

La seguridad de la información tiene entre sus objetivos detectar, controlar y mitigar los riesgos producidos por las amenazas a las que están expuestos los sistemas de información.

Los sistemas de seguridad de la información se pueden clasificar por niveles según el grado de implantación de medidas de seguridad siendo el nivel 4 el más alto y en él la organización se debe preocupar por la certificación de los componentes de su sistema de información que permita un nivel de seguridad.

Un punto de partida para establecer un sistema de gestión de seguridad puede ser la adopción de un código de buenas prácticas como es la norma UNE-ISO/IEC 17799. Esta norma ofrece recomendaciones para realizar la gestión de la seguridad de la información, entre ellas pide disponer de un documento de política de seguridad, de una estructura organizativa para la seguridad, clasificar y controlar, ligar la seguridad al personal con su sensibilización, seguridad física, control de accesos, desarrollo y mantenimiento de los sistemas, etc.

El entorno cada vez más complejo en que se desarrolla la radiología actual requiere de medidas de seguridad en los sistemas de información radiológicos que protejan adecuadamente la información. Las nuevas formas de utilizar la información radiológica plantean nuevos retos tecnológicos que deben ir orientados a garantizar la confidencialidad, la disponibilidad y la integridad de los sistemas de información.

La legislación vigente obliga a implantar las medidas de nivel alto según el RD 994/1999, las cuales exigen a las organizaciones sanitarias la declaración del fichero de datos en la Agencia de Protección de Datos y la creación y cumplimiento del documento de seguridad de nivel alto. Asimismo, también deben establecerse los procedimientos adecuados para garantizar el derecho de acceso, rectificación y cancelación de los datos de carácter personal, según la Ley Orgánica de Protección de Datos, LO 15/1999.

No obstante, la seguridad de los sistemas de información no debería plantearse como un mero cumplimiento de la legislación vigente. Las organizaciones sanitarias necesitan de un sistema de gestión de la seguridad de la información, con las políticas y planes de seguridad adecuados, como soporte de su misión con criterios de coste-eficiencia. Para ello, es una buena práctica apoyarse en los estándares actuales para la implementación de los sistemas de seguridad de la información. Dos elementos fundamentales son necesarios: soporte claro y decidido de la Dirección para que aporte los recursos adecuados y una cultura corporativa que contemple la seguridad como un valor esencial que ayude a concienciar en materia de seguridad a los usuarios del sistema de información radiológica.