

Equipo de RM.

Esta proporción está gobernada por las leyes de la estadística de Maxwell-Boltzmann que, para un átomo de hidrógeno y un campo magnético de 1.5 teslas a temperatura ambiente, dicen que apenas un núcleo por cada millón se orientará paralelamente, mientras que el resto se repartirán equitativamente entre ambos estados, ya que la energía térmica de cada núcleo es mucho mayor que la diferencia de energía entre ambos estados. La enorme cantidad de núcleos presente en un pequeño volumen hace que esta pequeña diferencia estadística sea suficiente como para ser detectada.

El siguiente paso consiste en emitir la radiación electromagnética a una determinada frecuencia de resonancia. Debido al estado de los núcleos, algunos de los que se encuentran en el estado paralelo o de baja energía cambiarán al estado perpendicular o de alta energía y, al cabo de un corto periodo de tiempo, reemitirán la energía, que podrá ser detectada usando el instrumental adecuado (antenas). Como el rango de frecuencias es el de las radiofrecuencias para los imanes citados, el instrumental suele consistir en una bobina que hace las veces de antena, receptora y transmisora, un amplificador y un sintetizador de RF.

Debido a que el imán principal genera un campo constante, todos los núcleos que posean el mismo momento magnético (por ejemplo, todos los núcleos de hidrógeno) tendrán la misma frecuencia de resonancia. Esto significa que una señal que ocasione una RM en estas condiciones podrá ser detectada, pero con el mismo valor desde todas las partes del cuerpo, de manera que no existe información espacial o información de dónde se produce la resonancia.

Para resolver este problema se añaden bobinas, llamadas bobinas de gradiente. Cada una de las bobinas genera un campo magnético de una cierta intensidad con una frecuencia controlada. Estos campos magnéticos alteran el campo magnético ya presente y, por tanto, la frecuencia de resonancia de los núcleos. Utilizando tres bobinas ortogonales es posible asignarle a cada región del espacio una frecuencia de resonancia diferente, de manera que cuando se produzca una resonancia a una frecuencia determinada será posible determinar la región del espacio de la que proviene.



La RM ha supuesto una revolución en el diagnóstico de las enfermedades neurológicas.

Existen una serie de riesgos con el uso de la resonancia magnética.

Riesgos inmediatos

Son riesgos derivados la introducción de un objeto o material en la sala donde se encuentra el equipo que interaccione de alguna manera con éste. Estos riesgos son evitables en la mayor, si no en la totalidad, de los casos, si el personal que maneja el equipo tiene una formación apropiada y la información sobre el paciente es completa.

La mayor parte de efectos negativos que puede tener sobre la salud un examen de RM provienen de los efectos directos que el campo electromagnético puede ejercer sobre materiales conductores de la electricidad o ferromagnéticos o sobre dispositivos electrónicos.

Debido al potente campo magnético que rodea al equipo de RM permanentemente, cualquier material ferromagnético, como el hierro, se verá atraído con mucha fuerza hacia la pared interior del hueco donde se sitúa el paciente, a menudo "volando" a través del espacio que lo separa de este lugar. Una vez pegado a la pared, extraerlo puede requerir mucha fuerza, si no se desea apagar el imán primario. En el caso de que algún otro objeto se interponga entre el imán y el material ferromagnético, se pueden producir graves daños, tanto al equipo de RM como a los pacientes y personal presentes en la sala o en el interior del equipo.

Los materiales conductores también representan un cierto peligro. Aunque estos materiales no se verán atraídos por el campo magnético permanente del imán primario, reaccionarán a cualquier cambio en el campo magnético estático oponiéndose a este cambio, según la ley de Lenz. Un cambio en el campo magnético se produce, por ejemplo, cuando se encienden las bobinas de gradiente y estas empiezan a emitir campos magnéticos con diversas frecuencias. La consecuencia de esto es la aparición de una corriente eléctrica que, gracias a la resistencia del material, producirá un calentamiento, pudiendo llegar a causar quemaduras a cualquier objeto en contacto con él.

El tercer tipo de peligro directo para la salud provocado por un examen de RM es para los dispositivos electrónicos o mecánicos que puedan ser introducidos en la sala donde se encuentra el equipo de diagnóstico. Debido tanto al campo magnético permanente como a las ondas de radio y a los gradientes normales durante un examen de RM, cualquier dispositivo mecánico con alguna parte metálica podría no funcionar bien en el interior de la sala. Este es el caso de algunas válvulas cardíacas. Un equipo electrónico mal blindado de las radiaciones electromagnéticas podría dejar de funcionar o hacerlo incorrectamente durante o después de un examen de RM. El marcapasos es el ejemplo típico de problemas derivados de este efecto.

Riesgos inmediatos inevitables

Los campos EM también interactúan con los seres humanos, ya que interactúan con cualquier partícula cargada, y esto puede derivar, principalmente, en corrientes en el interior de los tejidos y en calentamiento del cuerpo. Estos efectos presentan un riesgo bajo y controlado.

En medicina se suele utilizar un análisis de riesgo-beneficio para valorar si un paciente debe someterse o no a un examen de RM. En el

caso de que el riesgo inevitable sea mayor que el normal, el examen solo se realizará si es absolutamente necesario. Este es el caso de mujeres embarazadas, por ejemplo.

Riesgos de una exposición prolongada a campos electromagnéticos

Durante los últimos años se ha iniciado un debate en los foros públicos y científicos sobre los posibles efectos adversos para la salud de la exposición prolongada a campos electromagnéticos. Este tipo de riesgo afecta principalmente al personal sanitario que trabaja en las instalaciones de RM, al personal de mantenimiento que debe realizar reparaciones o trabajo directamente sobre el equipo y a cualquier otra persona que deba encontrarse a menudo en las proximidades de un equipo de RM.

Los efectos de exposiciones prolongadas podrían derivar de los efectos conocidos mencionados en la sección anterior (calentamiento del cuerpo y corrientes en el interior de los tejidos) o podrían derivar de efectos no conocidos que, a largo plazo, causaran enfermedades mortales tales como cáncer. A día de hoy no existe ninguna evidencia que sostenga esta última afirmación y la mayoría de los estudios que la apoyan no presentan una correlación estadísticamente significativa entre campos EM y cáncer.

La directiva europea 2004/40/CE

Al respecto de los efectos conocidos y sus posibles consecuencias a causa de exposiciones prolongadas, la Comisión Europea aprobó en abril de 2004 la directiva 2004/40/CE, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos) que establece límites de exposición para las densidades de corriente y los coeficientes de absorción específica en el interior del personal que trabaja en una instalación que emite campos EM (incluyendo equipos de RM). Estos límites siguen las recomendaciones de la Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes (IC-NIRP por sus siglas en inglés) en su guía 7/99.

Medir estas magnitudes en el interior de una persona no es posible. Como mucho puede utilizarse un maniquí en el interior del cual sea posible introducir las sondas para medir la corriente y la absorción espe-

cífica o crear un modelo matemático del equipo de RM y de la persona para obtener valores numéricos.

Para facilitar la tarea, la directiva europea y la guía de la ICNIRP (comisión internacional de protección radiológica para radiaciones no ionizantes) establece también lo que se denominan valores de actuación para los valores del campo eléctrico, campo magnético, flujo magnético, potencia, corriente de contacto y corriente en tejido. Estas magnitudes pueden ser medidas fácilmente, utilizando sondas extracorporales, y tratan de extrapolar los valores establecidos por los límites de exposición, de manera que si los valores de actuación nunca son superados, los límites de exposición tampoco lo sean. En el caso de que los valores de actuación sean superados, es necesario realizar un estudio detallado para determinar si los límites de exposición están siendo rebasados y, en caso afirmativo, corregir la situación.

La forma en la que la ICNIRP ha realizado la extrapolación no está exenta de polémica.

En lo relativo a la RM, diversos estudios indican que los campos EM presentes en un equipo de RM pueden superar tanto los valores de actuación como los límites de exposición para el personal sanitario de manera que algunas prácticas en el interior de la sala de RM pasarían a ser constitutivas de crimen por parte del empleador de ser llevadas a cabo.

A día de hoy las agencias gubernamentales y la Comisión europea han formado un grupo de trabajo para examinar las implicaciones de la directiva para la RM y para tratar el problema de las exposiciones individuales a los campos EM de RM.

Resonancia magnética y embarazo

Las trabajadoras de RM embarazadas, independientemente del mes de gestación, pueden continuar trabajando en el ambiente de RM durante todo el embarazo.

Pueden entrar a la sala de RM, posicionar pacientes, inyectar contraste, etc, pero no deben permanecer en la sala durante la adquisición de la imagen.

Esta política no está basada en la constatación de efectos adversos sino que está dada desde un punto de vista puramente conservativo por insuficiencia de datos al respecto.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre la población de mujeres embarazadas trabajadoras en RM y el resto en cuanto a porcentaje de abortos, infertilidad, embarazos a término, bajo peso al nacer o número de fetos por embarazo.

5.9 Espectroscopia por resonancia magnética

La espectroscopia por resonancia magnética (ERM) es una técnica no invasiva basada en el fenómeno de resonancia magnética nuclear (RM), que valora las características bioquímicas de los tejidos. De esta manera, proporciona información metabólica, complementaria a la información anatómica obtenida con los estudios convencionales, y ofrece al radiólogo la posibilidad de trabajar con un tipo de información de la que no disponía anteriormente.

La oportunidad de obtener espectros con suficiente resolución y sensibilidad, mediante imanes de 1.5 Tesla (T), junto con la posibilidad de estudiar en forma directa algunos procesos metabólicos sin interferir en ellos ni utilizar para ello técnicas agresivas, hace de la EMR una herramienta de trabajo con grandes posibilidades en el diagnóstico médico.

Ello conlleva ventajas y desventajas. La principal ventaja es que disponer de información adicional puede ayudar, en determinadas circunstancias, a acotar el diagnóstico, máxime teniendo en cuenta que aborda el problema desde un punto de vista totalmente diferente (metabólico frente a morfológico). La principal desventaja es que se trata de un tipo de información con la que los radiólogos no están habituados a trabajar, por lo que se necesita la colaboración de bioquímicos.

En la actualidad, se pueden realizar estudios ERM con una duración aceptable en la mayoría de máquinas de RM de 1,5 T. Esto da al radiólogo la oportunidad de realizar los estudios de imagen por resonancia magnética (RM) y ERM en una única sesión, evaluando en el mismo procedimiento la información que suministran ambas técnicas.

La EMR se basa en la propiedad que presentan ciertos núcleos atómicos de absorber selectivamente energía de radiofrecuencia cuando se colocan bajo un campo magnético. Este exceso energético es liberado por los núcleos mediante un proceso de relajación nuclear. Las frecuencias de las radioondas en los procesos tanto de absorción como de relajación es directamente proporcional al valor del campo magnético

que percibe el núcleo. Si el entorno electrónico del núcleo varía la frecuencia de relajación variara también, entonces el núcleo emitirá frecuencias distintas según los radicales de los que forme parte.

5.9.1 Obtención del espectro

El proceso para obtener un espectro "in vivo" se puede dividir en tres fases: Posicionamiento de la bobina en la región en la cual se quieren obtener los espectros, homogenización del campo magnético en la zona de interés y finalmente, obtención del espectro.

5.9.2 Posicionamiento de la bobina

Consiste en asegurar que la zona a estudiar está situada correctamente dentro del volumen de observación de la bobina mediante la obtención de una serie de imágenes rápidas, las cuales servirán posteriormente para la localización del voxel de interés.

5.9.3 Homogenización del campo magnético

Los tejidos y los órganos de diferentes personas presentan diferentes susceptibilidad magnética que causa cambios en la intensidad del campo magnético. Cuando estos cambios se producen dentro del volumen a estudiar, un núcleo en una determinada célula presenta gran variación en sus frecuencias de resonancia, como resultado es el origen de un espectro de con unos picos muy anchos y de menor intensidad. Este problema se soluciona colocando la bobina en el centro del imán o muy cerca de él, para así obtener la mayor homogeneidad del campo magnético.

Para eliminar este problema los equipos ya vienen equipados con un conjunto de bobinas que generan gradientes de campo magnético, la corriente que circula por estas bobinas se varía de manera que se compensen estas inhomogeneidades del campo principal.

Este proceso se realiza siempre con el núcleo de hidrógeno ya que la gran intensidad de la señal del agua permite ser observada en menor tiempo. Conseguir una buena homogeneidad del campo magnético es un paso clave para obtener un espectro del que se pueda obtener la información deseada.

5.9.4 Aplicaciones clínicas de la ERM.

5.9.4.1 Sistema nervioso central

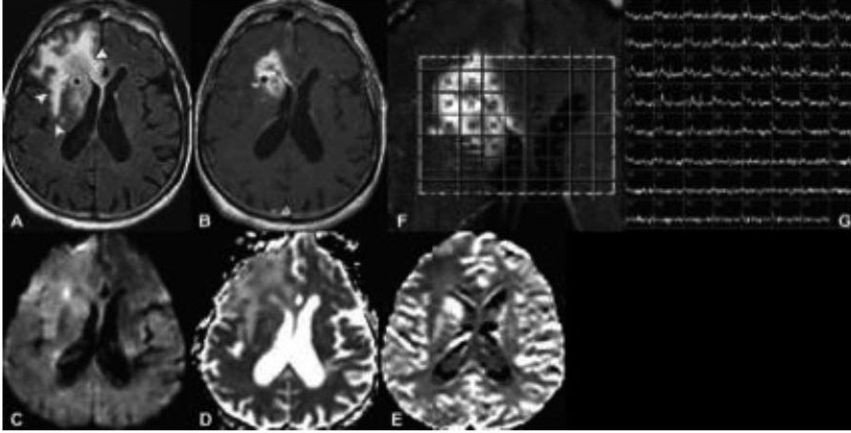
En el cerebro se ha utilizado ampliamente en el estudio de las diferentes patologías y desórdenes neurodegenerativos, principalmente tumores, esclerosis múltiple y demencias.

Uno de los campos en que la información aportada por la ERM puede ser de mayor impacto es en el diagnóstico de los tumores cerebrales.

Para un tratamiento óptimo de los pacientes con tumor cerebral, es necesario disponer de un diagnóstico lo más exacto posible. La imagen por RM puede proporcionar un diagnóstico inicial de las masas cerebrales con una exactitud diagnóstica bastante alta dependiendo del tipo de tumor. La anatomía patológica (AP) sigue siendo considerada el "gold Standard" para determinar el diagnóstico definitivo, por lo que sigue siendo necesaria la biopsia del tumor. No obstante, la mortalidad descrita en la realización de biopsias es del 1,7%. Un método no invasivo, como la ERM, que permita predecir con mayor exactitud el tipo de lesiones, podría evitar biopsias en procesos no tumorales o tumores poco accesibles que serían tributarios de radioquimioterapia más que de resección quirúrgica.

Hay patrones de espectroscopia que se han demostrado característicos de determinados tipos tumorales.

Los tumores presentan patrones radiológicos propios que los caracterizan bioquímicamente. A grandes rasgos, y como datos claramente establecidos, se puede decir que los tumores de más alto grado (glioblastoma y metástasis) se caracterizan por la presencia de lípidos, que el meningioma presenta valores de alanina superiores al resto de tumores, y que los valores de colina son superiores en astrocitomas anaplásicos que en astrocitomas de bajo grado, y en meningiomas que en los otros grupos. De todos modos, hay que destacar que existe una significativa superposición de patrones entre grupos, máxime cuando se trata de tumores poco comunes. Ello hace que, para obtener resultados mejorados, haya que recurrir a una cuantificación precisa y métodos más o menos sofisticados de reconocimiento de patrones.



Astrocitoma anaplásico frontal derecho en un hombre de 74 años. El análisis de la zona de realce muestra un cociente Colina / Noradrenalina mayor de 1.

5.9.4.2 Próstata

La espectroscopia por RM endorrectal es una técnica no invasiva que complementa el diagnóstico del carcinoma de próstata mediante la detección de metabolitos intracelulares a nivel de la próstata, tales como la colina y el citrato.

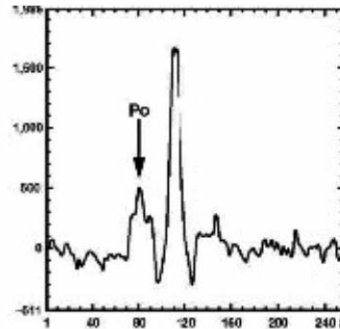
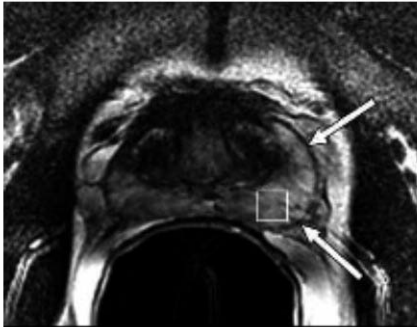
El cáncer de próstata es la segunda causa más frecuente de muerte por cáncer entre los hombres.

El diagnóstico de carcinoma de próstata se hace con biopsia endorrectal, a menudo después de resultados altos en los niveles de antígeno prostático específico (PSA) o hallazgos patológicos en el tacto rectal durante un chequeo rutinario. Una vez que se ha hecho el diagnóstico, el principal reto es valorar el riesgo de recurrencia o fallo en el tratamiento y determinar cuál es el tratamiento óptimo.

Esta valoración inicial se basa en una combinación de niveles de PSA, tacto rectal, y resultados de biopsia (niveles de Gleason).

Aún así, la sensibilidad de esta información clínica en la estadificación del carcinoma prostático es subóptima. La RM se ha hecho muy importante en la estadificación inicial, aunque su eficacia en la detección del tumor es sólo moderada.

La ERM de la próstata se usa para medir metabolitos prostáticos como la colina, creatina y citrato, y en combinación con la RM ha demostrado mejorar significativamente la detección de tumores en la zona periférica, mejorando la especificidad. También se ha encontrado una mejoría en la detección de los tumores de la zona de transición y es más eficaz que la biopsia endorrectal en la punta de la próstata.



El gráfico muestra el espectro por RM con los picos de colina y creatina y un pico adicional de poliamina situado entre ambos.

5.10 Medicina Nuclear

La medicina nuclear es una especialidad médica que utiliza cantidades muy pequeñas de sustancias radioactivas, o radiofármacos, para examinar la función y estructura de un órgano. La generación de imágenes en la medicina nuclear es una combinación de muchas disciplinas diferentes, entre ellas la química, la física, las matemáticas, la tecnología informática y la medicina. Esta rama de la medicina se utiliza a menudo para el diagnóstico de diversas enfermedades y para la estadificación tumoral.

El método de imágenes nucleares permite la visualización de la estructura y la función de órganos y tejidos. El grado de absorción o "captación" del radiofármaco por un órgano o tejido específico puede indicar el nivel de funcionalidad del órgano o tejido en estudio. Por lo tanto, los rayos X de diagnóstico se usan principalmente para estudiar la anatomía, mientras que las imágenes nucleares se utilizan para estudiar la función de órganos y tejidos.

Durante el procedimiento se utiliza una pequeña cantidad de sustancia radioactiva que facilita el examen. Los compuestos marcados ra-

diactivamente (radiofármacos) se inyectan o ingieren por el paciente. Estos radiofármacos son absorbidos preferentemente por los órganos diana, dando como resultado una radiactividad incrementada que corresponde a la función del órgano de interés. El tejido del cuerpo absorbe la sustancia radioactiva, llamada radionúclido (radiofármaco o trazador radioactivo). Están disponibles varios tipos diferentes de radionúclidos, incluidas ciertas formas de los elementos tecnecio, talio, galio, yodo y xenón. El tipo de radionúclido a utilizarse dependerá del tipo de estudio y de la parte del cuerpo que se examina.

Una vez que el paciente ha tomado el radionúclido y que éste se concentra en el tejido del cuerpo que se está estudiando, se emitirá la radiación, la cual será captada por un detector de radiación. El tipo de detector más común es la gammacámara. Cuando la cámara gama detecta la radiación, se emiten señales digitales que se almacenan en una computadora.

Al evaluar el comportamiento del radionúclido en el cuerpo durante una gamagrafía, el médico puede evaluar y diagnosticar diversas enfermedades.

Las áreas en las que el radionúclido se concentra en mayor cantidad se denominan "zonas calientes". Las áreas que no absorben el radionúclido y que aparecen con menor brillo en la imagen se denominan "zonas frías".

En las imágenes planas, la cámara gama permanece estática. Se obtienen imágenes bidimensionales (2D) de la parte del órgano estudiado. La tomografía computarizada por emisión de fotón único, o SPECT, produce imágenes tridimensionales (3D) ya que la cámara gama gira alrededor del paciente.

Estos estudios se utilizan para diagnosticar muchas condiciones médicas y enfermedades. Algunos de los exámenes más comunes incluyen los siguientes:

- Gamagrafía renal: se utiliza para examinar los riñones y detectar cualquier anomalía, como tumores u obstrucción del flujo sanguíneo renal.
- Estudio de tiroides: se utiliza para evaluar la función tiroidea.
- Gammagrafía ósea: se utiliza para evaluar cualquier cambio degenerativo o artrítico de las articulaciones, o ambos, para detec-

tar enfermedades y tumores de los huesos, o para determinar la causa del dolor o la inflamación de los huesos.

- **Gamagrafía con galio:** se utiliza para diagnosticar enfermedades inflamatorias o infecciosas activas, tumores y abscesos.

Cada tipo de estudio emplea determinada tecnología, radionúclidos y procedimientos.

Un escáner de medicina nuclear consiste en tres fases: administración del trazador (radionúclido), toma de imágenes e interpretación de las imágenes. La cantidad de tiempo que pasa entre la administración del trazador y la toma de las imágenes puede variar desde unos cuantos minutos a unos cuantos días, dependiendo del tejido del cuerpo que va a examinarse y del trazador que va a utilizarse. El tiempo requerido para obtener las imágenes puede también variar desde minutos a horas.



Gammagrafía ósea: el radiotrazador (tecnecio) tiene afinidad por el hueso, por lo que se usa para diagnóstico de patología esquelética.

UNIDAD 6: ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DIGITALES

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 6.1 Sistemas de adquisición aplicables a radiología convencional
 - 6.1.1 Radiografía computarizada (CR)
 - 6.1.2 Digitalización de la película radiográfica
 - 6.1.3 Fluoroscopia digital (Sensores CCD)
 - 6.1.4 Radiografía digital mediante detectores FP (flan panel o panel plano)
- 6.2 Procesamiento de imágenes digitales
 - 6.2.1 Intensificación de contraste
 - 6.2.2 Reconstrucción de la imagen. Filtrado digital
 - 6.2.2.1 Filtrado de convolución
 - 6.2.2.2 Filtrado de paso bajo o suavización
 - 6.2.2.3 Filtrado de paso de banda
 - 6.2.2.4 Filtrado de paso alto o filtrado de bordes o intensificación de bordes
 - 6.2.3 Técnicas de sustracción
 - 6.2.3.1 Sustracción temporal
 - 6.2.3.2 Sustracción de energía doble
 - 6.2.3.3 Sustracción híbrida
 - 6.2.4 Ampliación
 - 6.2.5 Imagen tridimensional

6.1 Sistemas de adquisición aplicables a radiología convencional

Para conseguir el paso de imagen analógica a digital existen varios sistemas de adquisición aplicables a la radiología convencional. La radiología digital indirecta IR: CR y digitalización de la imagen analógica. Y la radiología digital directa: sistemas basados en sensores CCD y detectores de panel plano FP o FPD.

6.1.1 Radiografía computarizada (CR)

Es el sistema que utiliza un soporte primario de imagen radiosensible, fotoestimulable y luminiscente (fósforo), que es leído y procesado por un ordenador obteniendo una imagen radiológica digital. Es interesante destacar que este sistema permite la utilización de los equipos radiológicos convencionales existentes en la actualidad. La actual película y chasis es sustituida por un receptor alojado en un chasis especial, aunque externamente tiene muy pocas diferencias, que al exponerse a la radiación adquiere una información en forma de niveles de energía.

Este soporte es leído por un rayo láser fino y de alta potencia que provoca luminiscencia, que es recogida y transformada en señal eléctrica. Posteriormente esta señal a través de un digitalizador se transforma en dígitos que al procesarse nos dan la imagen digital.

6.1.2 Digitalización de la película radiográfica

Las radiografías analógicas obtenidas por medios convencionales pueden ser escaneadas mediante un digitalizador de película, que convierte las densidades ópticas analógicas de la radiografía en una serie de valores digitales de pixels en una matriz de imagen. Cuando la imagen está en forma de matriz digital, la información que contiene puede ser manipulada como en otros sistemas digitales. La calidad de la imagen obtenida dependerá de la calidad radiográfica que se procese, admitiendo poco rango de variabilidad en su calidad.

6.1.3 Fluoroscopia digital (Sensores CCD)

Parte de la señal analógica de la cámara de televisión que se digitaliza para su posterior proceso. Sobre el intensificador de imagen convencional ya existente se incluye un tubo de cámara, un convertidor

analógico-digital y la cadena de televisión. Este sistema en la actualidad se aplica en los telemandos y en los radioquirúrgicos de la última generación.

6.1.4 Radiografía digital mediante detectores FP (flan panel o panel plano)

El sistema consiste en la digitalización de la imagen modulando la atenuación producida en el haz de radiación al traspasar el paciente. Al realizar el disparo radiográfico pasa al ordenador la secuencia de datos numéricos, que éste transforma en imagen. Este sistema es actualmente utilizado en la obtención de la radiología torácica por el alto des-nivel que presentan sus estructuras en densidad. Este sistema incluye dos detectores de imagen, uno entre el tubo de rayos X y el paciente y otro entre el paciente y la unidad que modula la intensidad.

6.2 Procesamiento de imágenes digitales

En los equipos con los que se realizan reconstrucciones de imágenes (TC, RM, Fluoroscopia digital, etc.) se utiliza un miniordenador. Cuando en TC se reconstruyen imágenes transversas en un plano coronal o sagital, éstas se envían de forma secuencial desde la memoria a la unidad aritmética lógica de la CPU, para su procesamiento. La imagen por RM utiliza el ordenador de forma muy similar a la tomografía computerizada.

En el caso de la ecografía, donde se utiliza la imagen en tiempo real y es necesaria una manipulación inmediata de los datos, se requiere hardware especial conectado al miniordenador.

En la actualidad, la fluoroscopia digital y la radiografía digital se utilizan en muchos centros sanitarios, debido al gran avance de los equipos informáticos. En el ordenador las imágenes digitales se representan como grupos de números, los cuales cambiarán mediante la aplicación de operaciones matemáticas, con lo que la imagen resultará modificada.

6.2.1 Intensificación de contraste

Se obtiene mediante la selección de ventana, que consiste en escoger un determinado rango de la escala de grises, para ser mos-

trado como una imagen. El resto de la escala de grises situado fuera de la ventana es eliminado. El ancho de la ventana abarca el rango de densidades dentro de una imagen. Una ventana estrecha se utiliza para distinguir mejor diferencias más sutiles en la densidad del sujeto, aunque hay un aumento del ruido de la imagen y no se pueden apreciar las densidades situadas fuera de esa ventana seleccionada.

6.2.2 Reconstrucción de la imagen. Filtrado digital

Un método de reconstrucción de la imagen se obtiene mediante el uso de filtrado digital, que se define como la acentuación o atenuación de las intensidades seleccionadas en la imagen. Los métodos de filtrado digital son:

6.2.2.1 Filtrado de convolución

Se obtiene automáticamente cuando el ordenador cuenta con transformaciones de Fourier rápidas. Se coloca una máscara filtro sobre un área de la matriz de imagen y se multiplica después el valor de cada elemento de la máscara filtro por el valor de la imagen situada directamente debajo, se obtiene la suma de esos valores y se coloca dicha suma dentro de la imagen de salida en la localización exacta que tenía en la imagen original.

6.2.2.2 Filtrado de paso bajo o suavización

Suaviza o atenúa las súbitas diferencias de intensidades o densidades entre las diversas estructuras que aparecen de la imagen. En este caso, el valor de cada píxel se sustituye en la imagen de salida por la media simple de él y de los 8 píxeles vecinos.

6.2.2.3 Filtrado de paso de banda

Elimina o atenúa todas las intensidades dentro de la imagen, excepto las comprendidas en un rango preseleccionado. Corresponde al proceso de selección de ventana mencionado anteriormente.

6.2.2.4 Filtrado de paso alto o filtrado de bordes o intensificación de bordes

Se utiliza un filtro de bordes especial con el que se produce un efecto de acentuación de los bordes. Obtenemos una imagen con más contraste que es útil para demostrar estructuras pequeñas. En angiografía con sustracción digital (ASD) se utiliza este tipo de filtración para acentuar los vasos más pequeños llenos de contraste.

6.2.3 Técnicas de sustracción

6.2.3.1 Sustracción temporal

Podemos definir la técnica de sustracción temporal como un proceso de radiología digital basado en intervalos de tiempo. Su aplicación más simple consiste en obtener una máscara y sustraer los valores de los píxeles de la máscara, de los valores de los píxeles de la imagen tras la inyección. Entre las dos imágenes (máscara e imagen con contraste) no debe haber cambios (se debe evitar el movimiento del paciente entre las exposiciones), excepto para los vasos llenos de contraste. Así, la imagen sustraída nos muestra los vasos sanguíneos opacificados, libres de superposiciones.

6.2.3.2 Sustracción de energía doble

En este caso no se necesita tomar imágenes antes de inyectar el agente de contraste. El proceso sería el siguiente: tras inyectar un medio de contraste yodado, se realizan una serie de exposiciones rápidas con ajuste de kilovoltaje alto y otra serie con ajuste de kilovoltaje bajo. Con el ajuste alto se disminuye el contraste óseo en la imagen, en cambio con el ajuste bajo se intensifican las estructuras anatómicas menos densas, como los vasos sanguíneos pequeños. Posteriormente se sustraen los dos juegos de imágenes y como resultado obtenemos una imagen en la que se ha aumentado el contraste de los vasos opacificados.

6.2.3.3 Sustracción híbrida

Es una combinación de las dos técnicas anteriores. Ahora obtenemos un juego de máscaras para el ajuste de kilovoltaje alto y otro para el ajuste de kilovoltaje bajo. Por tanto, tendremos dos juegos de más-

caras y dos juegos de imágenes con contraste yodado. El proceso de sustracción híbrida elimina el hueso de la imagen, dejando solo los vasos llenos de contraste.

6.2.4 Ampliación

La ampliación es un proceso en el que se selecciona un área de interés y se copia cada píxel dentro del área un número entero de veces. Posiblemente, cuando se realiza una ampliación grande se visualiza con aspecto de estar construida por bloques. Para matizar las diferencias de intensidad entre esos bloques, se realiza una operación de suavización o filtro de paso bajo.

6.2.5 Imagen tridimensional

En la actualidad, se obtienen imágenes tridimensionales bien enfocadas y con sombras reales que demuestran los tejidos blandos, gracias al desarrollo de ordenadores con tiempos de procesamiento cada vez más cortos, a los nuevos algoritmos para cálculos matemáticos y a la utilización de transformaciones de Fourier rápidas. Se conoce como técnica de revoque volumétrico a la tecnología que se utiliza para describir la capacidad de demostrar el tejido blando en imágenes tridimensionales. Esta técnica es un programa de ordenador que permite definir el grosor del objeto y visualizar mínimas diferencias de densidad.

UNIDAD 7: COMPONENTES DEL SISTEMA DE RADIOLOGÍA DIGITAL

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 7.1 Radiología digital
- 7.2 Componentes del sistema
 - 7.2.1 Las estaciones de trabajo (WS)
 - 7.2.1.1 Unidad Central
 - 7.2.1.2 Monitores
 - 7.2.1.3 Discos Rígidos
 - 7.2.1.4 Módem
 - 7.2.2 Archivos de Imágenes
 - 7.2.3 Redes
 - 7.2.3.1 Arquitectura Centralizada
 - 7.2.3.2 Arquitectura Cliente Servidor
 - 7.2.3.3 Arquitectura Distribuida
 - 7.2.3.4 Hubs, Bridges y Routers
 - 7.2.3.5 Red de Área Local
 - 7.2.3.6 Redes de Área Extendida
 - 7.2.4 Dispositivos de entrada/salida
 - 7.2.4.1 Spoolers
 - 7.2.4.2 Frame grabbers
 - 7.2.4.3 Digitalizadores: Láser y CCD
 - 7.2.4.4 Radiografía computarizada
 - 7.2.4.5 El mundo DICOM
 - 7.2.4.6 Impresoras

7.1 Radiología digital

Desde el surgimiento del registro de imágenes por fluoroscopia con exposiciones únicas o secuenciales en tiempo real, que fueron llevadas a un ordenador para su ulterior análisis, se dio paso a lo que hoy denominamos "Radiología Digital (RD)".

El posterior e imparable avance de las tecnologías de la información, en especial la electrónica y la informática, han dado lugar a que la RD conviva ya con el "Diagnóstico por la Imagen (DI)" como si de placas se tratase. La introducción de modalidades radiológicas con adquisición digital: Tomografía Computarizada (TC), Angiografía de Substracción Digital (DSA), Medicina Nuclear (MN), Imagen por Resonancia Magnética (RM), Ultrasonidos (US), y finalmente, con la Radiografía Computada (RC), ha facilitado la gestión directa de las imágenes en formato digital. La imagen médico-diagnóstica digital constituye un ejemplo de requerimientos para cualquier sistema informático: Las imágenes radiológicas presentan un volumen muy elevado de información, tanto por sus características de resolución espacial, como por el volumen de datos o número de imágenes por exploración. Transmitir, almacenar y visualizar imágenes a ritmos acelerados se convirtió en todo un reto al que se ha logrado llegar. El adelanto de las telecomunicaciones ha hecho posible la transmisión, después de adquiridas, de las imágenes desde los departamentos de radiología, a diversas áreas de consulta. Esta "digitalización" de imágenes permite, además, su transmisión a gran distancia.

La digitalización de los servicios de radiología requiere fundamentalmente una reconversión de la organización del departamento y de la cultura del centro. El reto tecnológico está superado con los equipos existentes, pero ha de ser comprendido y aceptado por quienes se encargan de manejar los aparatos. Este reto se puede definir en 5 puntos:

- La integración digital de la imagen es factible y asequible.
- Cada hospital ha de seguir su propio camino, ya que no hay una solución única para todos los centros.
- Internet y su protocolo (TCP/IP) son el camino a seguir en el proceso de cambio.
- La forma de implantación ha de ser siguiendo los estándares establecidos (DICOM para imágenes y HL-7 para historias clínicas).

- Requiere una adaptación de las personas y de la organización del servicio.

Este último punto es muy importante. La experiencia ha demostrado que existe cierta resistencia entre los médicos a las radiografías digitales, puesto que la escala de gris es diferente y en algunas ocasiones, como en el contraste de los huesos, el diagnóstico puede ser más cuidadoso.

La renovación tecnológica es un problema dada la rapidez con la que se producen los cambios. Un equipo puede estar en condiciones excelentes, pero al cabo de varios años puede quedar obsoleto. Esto implica un esfuerzo económico de adaptación continuo.

El análisis del riesgo subsiguiente para los requisitos cambiantes de todo el sistema de Funcionamientos de radiología, y la futura obsolescencia técnica, como riesgos mayores se deben proyectar a largo plazo. Para reducir los riesgos se deben adoptar los siguientes principios:

El sistema debe ser configurado sobre una plataforma abierta, de forma tal que se puedan agregar y/o anular segmentos sin que ello altere su funcionalidad. Debe ser posible acrecentar su funcionalidad.

La integración de todo el sistema debe estar basada en módulos que funcionen independientes, pero cada uno como bloques compactos.

Adhesión a las normativas de la industria y estándares que anulen la dependencia de los propietarios.

Una plataforma abierta asegura la interoperabilidad entre los diferentes componentes de los fabricantes, y evita tener "cajas negras" cerradas con llaves de sistemas propietarios de los diferentes vendedores. La modularidad permite la adaptación a los ambientes cambiantes y disminuye el impacto por cambios en módulos locales.

7.2 Componentes del sistema

Es difícil hablar de la composición de la RD sin tener en cuenta todo lo relacionado con un servicio de radiología. Dentro de la RD entran los equipos productores de imágenes médicas (TC, RM, US, DSA, RC, MN, etc.), los sistemas de adquisición de imágenes, redes de comunicación, sistemas de gestión de información y de pacientes, sistemas de archivo,

estaciones de diagnóstico primario locales o remotas, estaciones de visualización y revisión, y sistemas de gestión de impresión de imágenes.

La gran mayoría de estos componentes, exceptuando los equipos productores de imágenes médicas, se puede encontrar en Sistemas de Información Radiológica (RIS acrónimo en inglés de Radiology Information System), Sistemas de Comunicación y Archivo de Imágenes (PACS acrónimo en inglés de Picture Archiving and Communication System) y Sistemas de Integración de Imágenes e Información Clínica de los Pacientes (IMACS acrónimo de Image Management and Communication System).

Las partes fundamentales:

- Estaciones de trabajo (Workstation).
- Sistemas de Archivo.
- Redes.
- Dispositivos de entrada/salida.

7.2.1 Las estaciones de trabajo (WS)

La Estación de trabajo, comúnmente llamada "Workstation", es básicamente un PC de mayor potencia, dado por mayor capacidad de memoria RAM, más capacidad en sus discos rígidos, y la colocación de tarjetas para trabajar con monitores de alta resolución o más de un monitor; incluso con salida/entrada de vídeo. La WS esta compuesta de varias partes: La unidad central donde se encuentra la CPU (Unidad Central de Procesamiento), la Memoria RAM y los Discos Rígidos. También puede tener un dispositivo de lectura y/o grabación magneto-óptico. En esta unidad central se colocan además las tarjetas controladoras de vídeo para monitores.

Los monitores.

- Periféricos.
- Sistema Operativo.
- Software de visualización y gestión de imágenes e informes de pacientes.



Estación de trabajo

7.2.1.1 Unidad Central

El componente básico de la unidad central es la CPU. Sobre la placa base (llamada también placa madre) existen unas ranuras (llamadas comúnmente slots) donde se colocan las tarjetas que se requieren para darle la funcionalidad al PC. La memoria RAM (Random Access Memory) es una de las partes fundamentales y es colocada en la placa base en los slots correspondientes. Son pequeñas tarjetas que pueden tener hasta 512 Mbytes. Si se colocan 4 tarjetas de RAM, tendremos 2 GB de memoria.

Sobre la placa base se colocan también las tarjetas de RED, las tarjetas de módem y las tarjetas de vídeo que van estrechamente vinculadas al tipo de monitor o monitores a instalar.

Dentro de la unidad central y conectados a la placa base van los dispositivos de almacenamiento de información que generalmente son Discos Rígidos, Dispositivos de lectura/escritura sobre discos o cintas magneto-ópticas y, por último, tarjetas SCSI para discos rígidos más veloces. A veces en una WS se colocan sistemas RAID para recambio de discos rígidos UltraWide SCSI en caliente (o sea con el ordenador funcionando).

7.2.1.2 Monitores

Las estaciones de visualización e informes para la representación de imágenes de matrices pequeñas y grandes deben cumplir las siguientes características:

La luminosidad de los monitores no debe ser menor de 538 lumens/m². La brillantez y el contraste están estrechamente relacionados y suponen una gran diferencia en la percepción de la calidad de las imágenes médicas. Los monitores en Grises (blanco y negro) son generalmente más brillantes y tienen mejor contraste que los de color.

La colocación de los monitores deberá ser tal, que evite o elimine los reflejos de la luz ambiente sobre la pantalla del monitor. Además, la luz ambiente debe ser tan baja como sea posible.

Se recomienda utilizar monitores con resolución de 1280x1024 o superiores para matrices pequeñas. La resolución aceptada por ACR es 1600x1200 (landscape) o 1200x1600 (portrait). La resolución ideal que recomienda la ACR es de 2000x2500 (portrait) con 4096 niveles de gris, que es un equipo muy costoso cuando se compara con una solución PC, pero debemos recordar, que si desea realizar diagnóstico primario, deberá tener al menos monitores de este tipo. El monitor deberá tener un "dot pitch" de 0,26 o menor. Para diagnóstico primario de radiografías, es requerida la propiedad de "fine dot pitch". La frecuencia de refresco del monitor debe ser mayor a 60 Hz.

La distorsión es otro de los aspectos a considerar. Para monitores grandes de alta resolución, la distorsión puede ser un problema. Los monitores grandes, con amplia curvatura en el cristal CRT, tienen imágenes altamente distorsionadas. Por lo tanto, es recomendable utilizar monitores con pantallas lo más planas posible o monitores que rectifiquen la distorsión con el tamaño del píxel.

El "blooming" (dispersado de regiones claras en las regiones contiguas). Deben colocarse en las estaciones de visualización monitores con ausencia de "blooming". Esta propiedad en los PC está estrechamente vinculada a la tarjeta de vídeo utilizada y la frecuencia de refresco (monitores que soporten frecuencias de refresco de 100 Hz).

Existen otras propiedades de los monitores, como su relación entre la luminancia (variable física) y la brillantez (variable perceptual) que no es lineal. Por otra parte, el contraste en niveles de gris y la variación de la intensidad en cada píxel, depende de la representación de la ima-

gen. Desde el punto de vista del observador, existen tres atributos importantes: la fidelidad, la informatividad y la apariencia atractiva de la imagen. La fidelidad de la imagen está expresada en términos de resolución espacial, resolución de niveles de gris, linealidad de los niveles de gris y el ruido de la imagen. La informatividad está expresada en términos de la visibilidad diagnóstica, los rasgos importantes y la detección de las anomalías en la imagen. La apariencia atractiva está expresada en las propiedades estéticas de la pantalla y el despliegue de las imágenes.

7.2.1.3 Discos Rígidos

El disco rígido es el encargado de guardar toda la información de la WS, las imágenes, los documentos, el sistema operativo y todo aquello que es importante. En dicho disco duro se almacena toda esa información en forma de archivos, que después pueden ser consultados.

Están medidos en Megabytes (MB), aunque en la actualidad son tan grandes que se miden en Gigabytes (GB) o sea 1024 MB. En 1985, 20 o 40 MB era la capacidad de disco rígido, y se consideraba aceptable. Pero hoy en día sólo el sistema operativo Windows ocupa más de 300 MB. En 1993, 200-300 MB era la capacidad promedio de los discos rígidos. En 1995, lo común eran discos rígidos de 3-4 GB. Hoy, son comunes los discos rígidos con capacidad para 40-80 GB.

Algunos discos rígidos son más veloces que otros. El tiempo que le lleva a su disco leer una imagen, descomprimirla si está comprimida, y luego ubicarla en la pantalla, depende de la velocidad del disco. El "tiempo de acceso a disco", medido en milésimas de segundo, es importante para el rendimiento de la WS, particularmente con grandes archivos de imágenes. Existen distintos tipos de controladores de disco y juegan un papel importante al determinar cuán rápido es el tiempo de acceso. IDE (Dispositivo Electrónico Integrado), EIDE (Interface Extendida para Equipos Electrónicos), UDMA (Ultra Acceso Directo a Memoria) y SCSI (Interfaces de los Sistemas para Pequeñas Computadoras) y el superamplio SCSI2. Las SCSI son las más veloces y las preferidas.

Además, para conservar espacio y reducir el tiempo de transmisión cuando se utilizan telecomunicaciones, las imágenes en los discos rígidos son generalmente "comprimidas" por algoritmos matemáticos, (JPEG, Wavelets y otros).

7.2.1.4 Módem

Un bit es la forma de dato más simple. Es 0 ó 1. Un Byte está compuesto por 8 de estos bits juntos en una "palabra" parecida a 10101100. (Esto es un ejemplo de una palabra, pero algunas palabras de computadoras miden 16 ó 32 bits o sea 2 ó 4 Bytes). Eso sí, los bytes no se pueden dividir y las velocidades de los módems se miden en bits por segundos = baudios.

A través del módem los PC pueden conectar, establecer la comunicación ("handshake") y comenzar a transmitir información a través de las líneas telefónicas. Gran parte del sonido (chirrido) de estos aparatos es el inicio de la comunicación y la Modulación-Demodulación. Eso es exactamente lo que ocurre entre dos módems que están conectados. De aquí proviene la palabra módem Modulación-Demodulación.

Los primeros módems tenían ventosas donde descansaba el auricular del teléfono (con los extremos redondos). Estos módems funcionaban a 150 o 300 baudios o bits por segundo (bps). Hoy en día, los módems se conectan directamente a la línea telefónica. Estos a su vez pueden ser internos (colocados en la placa base) o externos. Un módem externo se conecta al puerto serie del PC. El módem externo tiene su suministro de energía por separado y un conjunto de luces que titilan cuando está en uso.

Los módems de hoy en día son bastante más veloces que los primeros, además existen las líneas digitales (conocidas como RDSI-Red Digital de Servicios Integrados). Otra alternativa son las soluciones en red telefónica, que se comparan a las soluciones punto a punto, como los "frame relay" generalmente de 128 Kbps. La siguiente opción es una línea T-1 (1,54 Mbps) o líneas parciales de 384 Kbps. También existen las líneas ATM que son más costosas, pero mucho más rápidas, hasta 30 Mbps o más. Otra forma es la transmisión utilizando ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line).

Las líneas analógicas están disponibles en todas partes, pero su eficiencia oscila alrededor del 60%. Las líneas digitales RDSI que funcionan con anchos de bandas de 64 Kbps o multiples tienen eficiencias superiores al 85%. Las líneas RDSI no están disponibles en todas. Para transmitir imágenes debemos saber que: el tiempo de transmisión de una imagen es directamente proporcional al tamaño del archivo y la necesidad de rapidez de la respuesta.

7.2.2 Archivos de Imágenes

Las imágenes se guardan en archivos en una computadora al igual que los documentos. Existen formatos de archivos estándar que son leídos por el software y luego visualizados.

Al principio se comenzaron a crear distintos formatos de archivo de imágenes estándar, que podían ser utilizados en publicaciones de documentos y gráficos. Se crearon aplicaciones que podían trabajar con formatos tales como TIFF, PCX, BMP y GIF. Además de la información sobre el pixel, el "encabezado" en cada uno de estos tipos de archivo varía en formato y tamaño.

En NEMA (National Electrical Manufacturer Association) y ACR (American College of Radiology) crearon su propio formato de archivo de imágenes, conocido como formato ACR/NEMA. Ahora se lo ha renombrado en su tercera aparición como DICOM (Imágenes y Comunicaciones Digitales en Medicina) versión 3.0. En DICOM, las imágenes en escala de gris tienen 16 bits por pixel (o 2 Bytes por pixel), y las imágenes color tienen 24 bits por pixel más 8 bits por pixel de información de intensidad (o la impresionante cantidad de 4 Bytes por pixel).

La resolución espacial, o tamaño de una imagen digital, está definida como una matriz con cierto número de pixels (o puntos de información) a lo ancho y a lo largo de la imagen. Cuanto más pixels, mejor resolución. Esta matriz también tiene "profundidad". La profundidad, generalmente es medida en bits y comúnmente es conocida como escala de gris: las imágenes de 6 bits tienen 64 niveles de gris, las imágenes de 7 bits tienen 128 niveles de gris, las imágenes de 8 bits tienen 256 niveles de gris y las imágenes de 12 bits tienen 4.096 niveles de gris.

El tamaño de archivo de una imagen particular está determinado por la multiplicación del número de pixels horizontales "por" el número de pixels verticales y luego multiplicándolo por el número de bits de profundidad de la escala de gris. Por ejemplo, una imagen puede tener una resolución de 640x480 y 256 niveles de gris, u 8 bits de profundidad en escala de gris. El número de bits en el conjunto de datos puede calcularse multiplicando $640 \times 480 \times 8 = 2.457.600$ bits. Puesto que hay 8 bits en un byte, la imagen de 640 x 480 con 256 niveles de gris tiene 307.200 Bytes de información.

Ahora bien, no se pueden fraccionar los bytes. Si hay una imagen de 12 bits y hay 8 bits en un byte, necesitará 2 bytes para expresar toda la información. Los últimos 4 bits (llamados "bits altos") están en

cero. Es más, es necesario calcular el tamaño del archivo con 2 bytes por pixel al almacenar imágenes de 12 y 10 bits. (La radiografía computada utiliza, por lo general, imágenes de 10 y 12 bits).

Esto significa que una imagen de diagnóstico en película con certificación ACR tiene un mínimo de 2Kx2K, es decir, 2.000 x 2.000 pixels para un total de 4 millones de pixels. Cada pixel tiene 2 bytes (o 16 bits) de información, para un total de 8 millones de Bytes (8 Megabytes) por imagen.

Así tenemos que una imagen de tórax de 8 MB tardaría demasiado tiempo en ser transmitida. Por lo que es necesario comprimir las imágenes.

Existen dos tipos posibles de compresión: la compresión exacta y la compresión irreversible. Esta compresión exacta, llamada compresión sin pérdida ("lossless"), está comprendida en tasas de 2:1 a 3:1 para no perder ninguna información en ellas. Y una vez que se pasa esta tasa, se producirá pérdida, independientemente de la técnica utilizada. El Colegio Americano de Radiólogos (ACR) recomienda para el diagnóstico primario algoritmos de compresión sin pérdida. Cuando las imágenes son recibidas en la Estación receptora, estas son descomprimidas y colocadas en sistemas de archivo donde pueden ser vistas con la aplicación existente en la Estación receptora, y así, proceder al diagnóstico de los estudios recibidos.

En el caso de la compresión irreversible, compresión con pérdidas ("lossy"), las tasas de compresión son mucho más elevadas, pero las imágenes reconstruidas presentan pérdida de información o diferencias, con respecto a las imágenes originales.

Hay distintos algoritmos de compresión. Los más populares son LCZ y JPEG. Los algoritmos más en boga y más nuevos están basados en Wavelets. DICOM 3.0 sólo acepta JPEG. JPEG es bastante bueno, razonablemente rápido para comprimir y descomprimir, y está ampliamente implantado. Algunas versiones mejoradas de JPEG permiten una compresión visualmente aceptable con tasas de 40:1 a 60:1. Ciertas imágenes soportan determinada compresión sin sufrir una diferencia notable al ojo humano; en prácticamente todos los cortes de TC y RM se producen bordes negros alrededor de la imagen del paciente. La pérdida de algunos pixels no afecta la calidad percibida de la imagen, ni tampoco cambia en modo significativo la interpretación del lector.

El formato JPEG 10:1 "convencional" es adecuado para películas de Rayos X, TC, RM o Ultrasonido. El formato JPEG mejorado (eJPEG)

permite una compresión de 30 a 70:1 sin una pérdida de calidad en términos de diagnóstico, y funciona mejor para Películas de Rayos X que para imágenes con formato de archivo pequeño.

En la actualidad no existe un método de compresión que sea aceptado por completo por la comunidad de radiólogos, y en algunos lugares como los Estados Unidos, la legislación impide que se empleen algoritmos de compresión irreversible en imágenes médicas.

En la actualidad existen algoritmos que se adaptan al tipo de imagen en cuestión y que tienen tasas de compresión variables, dependiendo del uso que se tendrá. En otros casos, se utiliza el análisis de estos distintos tipos de compresión realizando un estudio comparativo, que se denomina estudios ROC, donde se determina a través de un panel de expertos, si las imágenes comprimidas tienen diferencias perceptibles cuando se comparan con la imagen original. Los algoritmos más avanzados permiten emplear tasas altas de compresión, mientras se mantiene una calidad de imagen alta con diferencias casi imperceptibles. De todas formas, llegará el momento en que las WS contarán con un ancho de banda T1 (Línea de Comunicaciones Digital de Alta Velocidad de 1.5 Mbps) y no será necesario comprimir las imágenes.

La gran cantidad de imágenes producidas para diagnóstico ha hecho complicado su manejo, principalmente cuando deben imprimirse y archivarse. Una alternativa es el manejo de imágenes digitales en forma eficiente, a través de dispositivos conectados en red, que en conjunto ofrecen una serie de servicios que dan soporte a la operatividad del área de radiología. Sin embargo, para obtener una buena aceptación en el medio clínico, se deben considerar la facilidad, rapidez, seguridad en el acceso de imágenes y la calidad en su presentación. Además se pueden aprovechar las facilidades de la tecnología actual para ofrecer funciones adicionales como: mostrar varias imágenes en una misma pantalla, procesamiento de imágenes para corregirlas o mejorarlas, grabación de voz correspondiente al diagnóstico y diagnóstico asistido por computadora, entre otras.

RAIDS

Los servicios de radiología pueden producir entre medio TB y 7 o 8 TB por año según su tamaño, según si las películas de CR, DR (Radiología Digital) son digitales o no, y dependiendo de si se incluyen estudios de la unidad de cateterismo. De todas formas, un pequeño centro asistencial de 100 camas sin CR, DR o sala de hemodinámica producirá

un par de TB durante el período legal de 5 años establecido para la conservación de películas en un departamento radiológico.

Así, un promedio estándar de 1 TB por año: equivale a mil GB por año u 85 GB por mes. Se puede utilizar cinta, MOD, DVD o CD, aunque la mayoría de los profesionales preferirán el acceso directo ("On-Line") a las imágenes durante un período de uno a dos meses de manera bastante rápida. El número de veces que un estudio es recuperado de un archivo, es muy intenso durante las primeras semanas, moderadamente intenso los primeros 6 meses, y luego cae estrepitosamente. Es por eso que la mayoría de los sectores medianos a grandes, mantienen archivos de acceso inmediato (en el lugar) durante 3 a 6 meses y, por otro lado, mantienen un archivo "activo" de los pacientes que están siendo tratados.

Por acceso inmediato, nos referimos a que, una vez localizado el archivo, queremos ver la imagen en los monitores de la WS en unos pocos segundos. Quizás este proceso lleve unos 5 a 15 segundos. Pero no es un minuto ni dos, se trata de segundos. Por lo tanto, sistemas Jukebox de CDs (o Jukebox de DVDs) quedan descartados como forma de acceso "on-line" inmediato.

La solución más aceptada y de forma escalonada es el empleo de sistemas de discos redundantes (RAID-Redundant Array of Inexpensive Disks) para "acceso inmediato", empleo de Robots para MOD, DAT, DLT, CD o DVD, para almacenamiento "near-line". El tamaño y tipo de almacenamiento no es demasiado importante, si después podemos cambiar el tamaño y, fácilmente, migrar los datos en el futuro. Por ello, es importantísimo que toda la tecnología que se use sea totalmente estandarizada.

Con un RAID veloz y fiable la demanda inmediata de imágenes podrá ser satisfecha con éxito, aún cuando sean muchas las personas que compiten por el mismo recurso. Además, el nivel del RAID debe ser lo suficientemente fiable como para permitir el "hot swap" (reemplazo de discos en funcionamiento).

Con el robot. Los DAT, MOD y DVD son veloces. Los medios magnetoópticos le permiten:

- Migrar los datos.
- Renovar los medios (reemplazar cintas, MODs o DVD que se están gastando o son antiguos).

7.2.3 Redes

La Radiología Digital ha de disponer de una infraestructura de comunicaciones capaz de transportar la información de la imágenes rápidamente a través de toda la red y de adaptarse a las necesidades de cambio. Por ello, deberán buscarse alternativas que ofrezcan alta calidad, una completa gama de servicios y optimización de costes, tanto en aspectos relativos a interconexiones como en su operabilidad y mantenimiento.

La topología de la red condiciona su rendimiento y flexibilidad. Desde el punto de vista de la arquitectura de una red de Radiología Digital habrá que incluir los siguientes aspectos:

- Administración de los datos.
- Lógica de la aplicación.
- Lógica de la presentación.

7.2.3.1 Arquitectura Centralizada

En el modelo de arquitectura centralizada, los usuarios situados en terminales no inteligentes, se comunican con computadoras anfitrionas (hosts). Todo el procesamiento tiene lugar en el anfitrión, y los usuarios únicamente escriben órdenes que envían a dicho anfitrión y observa su resultado en su monitor. La administración de los datos y la lógica de la aplicación, funcionan en el ordenador anfitrión y la presentación se divide entre el anfitrión (parte dominante) y el usuario (donde simplemente se muestra). Esta alternativa es extremadamente simple, porque generalmente no implica programación alguna.

Ventajas:

- Buena integración y comunicación.
- Buen control sobre los datos.

Inconvenientes:

- Atado a un único proveedor.
- Largo de desarrollar.

- Altos costos iniciales en el desarrollo de la interfaz.
- Dificultad para instalación.

7.2.3.2 Arquitectura Cliente Servidor

La arquitectura cliente-servidor define una relación entre el usuario de una estación de trabajo y un servidor posterior de archivos, impresión, comunicaciones, u otro tipo de sistema proveedor de servicios. El cliente debe ser un sistema inteligente con su propia capacidad de procesamiento para descargar en parte al sistema posterior (ésta es la base del modelo cliente-servidor). Esta relación consiste en una secuencia de llamadas seguidas de respuestas. Situar servicios de archivos (u otro tipo de servicios) en sistemas posteriores dedicados tiene muchas ventajas. Es más sencillo realizar el mantenimiento y la seguridad de servidores situados en un mismo lugar, y más simple el proceso de realización de copias de seguridad, siempre que los datos se encuentren en una única ubicación y una misma autoridad los gestione.

En una relación cliente-servidor el procesamiento se divide entre las dos partes. El sistema cliente ejecuta una aplicación que muestra una interfaz de usuario, da formato a las peticiones de los servicios de la red y muestra la información o los mensajes enviados por el servidor. El servidor realiza el procesamiento posterior, como por ejemplo una clasificación de datos o la realización de un informe. Debido a que los datos se encuentran perfectamente accesibles, el cliente realiza este proceso de forma eficiente. Después de la clasificación, realización del informe o de cualquier otra tarea solicitada por el usuario, el servidor envía los resultados al cliente. El tráfico en la red se reduce debido a que el cliente únicamente obtiene la información que solicitó, no todo el conjunto de datos, como en el ejemplo anterior. El sistema cliente servidor, además, mantiene una distribución cooperativa entre los clientes procesando y transfiriendo las peticiones entre clientes. Los Sistemas PACS y RIS están basados principalmente en una relación cliente-servidor. Existen múltiples configuraciones posibles cliente-servidor. La configuración usual pequeña, es que varios clientes (o WS) se encuentren conectados a un mismo servidor.

Ventajas:

- Adaptable a los usuarios.
- No atado a un único proveedor.

- Costos iniciales bajos.
- Rápido de desarrollar.
- Fácil de instalar.
- Fácil comunicación a través de las plataformas instaladas.

Inconvenientes:

- Puede existir redundancia en los datos.
- Riesgo en la consistencia de los datos.

7.2.3.3 Arquitectura Distribuida

La arquitectura distribuida podría definirse como la sucesión de varias arquitecturas cliente/servidor, donde las aplicaciones y los datos pueden estar distribuidos en más de un servidor y que a su vez permite el trabajo cooperativo de toda la red. La división de los recursos en una arquitectura distribuida reduce el tráfico de la información por la red.

Este tipo de arquitectura es muy utilizada en entornos médicos, principalmente en Telerradiología, permite recibir las imágenes de forma rápida y manipular las imágenes que se encuentran en los diferentes servidores.

Un sistema de Telerradiología basado en arquitectura distribuida posee un desarrollo evolutivo de los sistemas cliente-servidor de computadoras en red LAN. Las aplicaciones Telemáticas en red distribuida son fundamentalmente aplicaciones cliente-servidor a gran escala. Los datos no se sitúan en un único servidor, pero sí en muchos servidores que podían encontrarse en áreas geográficamente dispersas, conectados por enlaces de redes de área extensa (WAN acrónimo en inglés Wide Area Network). Tales sistemas permiten la autonomía a grupos de trabajo, departamentos, ramas y divisiones de las organizaciones de salud.

Ventajas:

- Utilización de componentes estandarizados.
- La redundancia de los datos disminuye al ser almacenadas en diferentes puntos de la red.

- Los mensajes dentro de la red pueden ser codificados.
- Bajo coste de instalación.
- La instalación puede ser realizada por el usuario (sistemas plug and play).

Inconvenientes:

- Las interfaces no estandarizadas pueden tener problemas para comunicarse con la red.
- La administración de las bases de datos es más difícil.

De las tres arquitecturas mencionadas, las dos últimas son las más utilizadas para redes de Radiología Digital y Telerradiología (muy útiles en zonas de población dispersa y en zonas rurales). Son arquitecturas atractivas por su bajo coste de instalación y la posibilidad de utilizar además de las redes internas de los servicios de radiología, líneas telefónicas, e Internet, permitiendo el intercambio entre radiólogos y otros especialistas.

Las arquitecturas descentralizadas, permiten realizar el diagnóstico primario de calidad, rápido y con un alto grado de eficiencia. La integración de los servicios de Telerradiología dentro de la mecánica del funcionamiento clínico permite tomar decisiones rápidas y descartar estudios complementarios innecesarios.

Los objetivos de las arquitecturas de red cliente-servidor descentralizadas en Radiología Digital son:

- Mayor disponibilidad de la red: Mejora la eficiencia operativa y los tiempos de respuesta. Al mismo tiempo, se pueden atender los problemas en la red de forma rápida.
- Reducir el coste operativo de la red: La reducción de los costes es uno de los motivos principales detrás de la gestión de red. Como la tecnología cambia tan rápidamente, con frecuencia es necesario gestionar sistemas heterogéneos y múltiples protocolos.
- Reducir atascos en la red: La administración de la red se puede realizar desde un sitio central y así controlar centralmente las

tareas de la red. En otros casos, estas actividades pueden estar distribuidas en diferentes sistemas de la red para evitar los atascos.

- **Incrementar la integración y flexibilidad de operación:** Las tecnologías de redes están cambiando muy rápido para atender nuevas necesidades de los usuarios. Además de salir nuevas aplicaciones, los protocolos utilizados en las redes están siendo más eficientes. La red deberá permitir absorber nuevas tecnologías al menor costo posible y contar con la posibilidad de agregar nuevos equipos y tecnología sin mucha dificultad. Las aplicaciones de gestión de red no deben ser muy dependientes de la plataforma para su funcionamiento.
- **Mejorar la eficiencia:** En ocasiones, los objetivos de la gestión de red se superponen. Si reducimos el costo operativo de la red y mejoramos la disponibilidad de la red, la eficiencia global aumentará. Se pueden considerar factores como: utilización, costo de operación, costo de migración y flexibilidad.
- **Facilidad de uso:** La interfaz para el usuario final es crítica para el éxito de cualquier producto. El uso de aplicaciones en red no debe implicar una curva de aprendizaje mayor. Las interfaces de usuario basadas en los principios y tecnología orientada a objetos son de mucha ayuda para las aplicaciones en red.

La Red de Radiología Digital se concibe como una extensión virtual de los departamentos de radiología y los servicios que estos brindan, pudiéndose compartir los recursos humanos, los procedimientos diagnósticos y la base de conocimientos entre diferentes especialistas. Atendiendo a los escenarios donde se implante una Red Radiología Digital y de Telerradiología su localización geográfica se puede clasificar en:

- **Servicio de área local** (Generalmente se implanta en el mismo centro de salud o en edificios adyacentes). El especialista revisa las imágenes que se generan en el departamento de radiología y reporta en tiempo real a otros departamentos del centro. Además, puede ofrecer asistencia remota dentro del centro a los servicios de cuidados intensivos, urgencia y sala de quirófanos. Generalmente es un servicio vinculado al sistema de Red de Radiología Digital intrahospitalario.
- **Servicios de área metropolitana** (en la misma ciudad). Los especialistas de un hospital de referencia pueden ofrecer servicios

de informes y consultas a otros hospitales y centros de salud dentro de la misma área metropolitana.

- Servicios de área extensa o globales (Son servicios que cubren toda una región geográfica o incluso diferentes países). En este caso especialistas de centros de referencia realizan diagnóstico primario a centros de salud rurales y se realizan consultas entre centros para la interpretación de imágenes de diferentes zonas geográficas. Los especialistas de un hospital pueden informar imágenes para otros colegas de otros hospitales ubicados en distintas ciudades.

7.2.3.4 Hubs, Bridges y Routers

Un HUB (concentrador) es un dispositivo que interconecta varios PC entre sí en una LAN. En esencia, es un conmutador dinámico.

Un BRIDGE (puente) conecta dos redes con el mismo protocolo de acceso; por ejemplo, Ethernet con Ethernet o Token Ring con Token Ring. Un Bridge opera en la capa de enlace del modelo OSI, y es transparente a los dispositivos y protocolos de las capas superiores. Los Bridges filtran los paquetes de acuerdo con sus direcciones de destino. La mayoría de los bridges aprenden en forma automática dónde se encuentran estas direcciones, y por eso se los denomina "learning bridges". Un Bridge es un dispositivo que toma una línea de comunicación entrante o saliente y opera de esa manera. Los Bridges son ordenadores o dispositivos que interconectan LAN. Se utiliza un Bridge cuando los protocolos no soportan la interconexión de redes (como NetBIOS/NetBEUI).

Un ROUTER (enrutador) interconecta LAN utilizando protocolos, tales como TCP/IP, IPX/SPX, según cómo se deba encaminar la información.

En la actualidad los productos se superponen. Están los Brouters, Routers multiprotocolo, y Gateways. Los Brouters son dispositivos únicos que combinan la función de los Bridges y de los Routers. Los Routers pueden ser Routers multiprotocolo, los cuales soportan diferentes combinaciones de protocolos de capa de red. Por último están los Gateways que son dispositivos que realizan el trabajo bruto de traducir de un protocolo de red a otro.

7.2.3.5 Red de Área Local

Las telecomunicaciones y las comunicaciones en red son el eje central de la Radiología Digital, los PACS y la Telerradiología. Sin ellas, nada entra en la WS o sale de ella.

El ancho de banda es la cantidad de información que puede transmitirse por un canal, medida en bits por segundo. Por ejemplo, Ethernet tiene un ancho de banda de 10 Mbps (esto significa Megabits por segundo) y la Interface de Datos Distribuidos por Fibra (FDDI acrónimo en inglés de Fiber Distributed Data Interface) tiene un ancho de banda de 155 Mbps.

Una LAN es un grupo de computadoras, cada una equipada con una tarjeta adaptadora de red y software apropiados, que comparten las aplicaciones, la información y los periféricos. Como todas las conexiones se realizan mediante cable o por medios inalámbricos, una LAN no utiliza el servicio telefónico. Una LAN típicamente cubre un único edificio o área geográfica reducida y generalmente está conectada a través de un "Hub" (concentrador) para que cualquier WS pueda conectarse con cualquier otra WS o dispositivo ubicado en la red.

Hay distintas formas de interconectar ("cablear") una LAN. La más común es la que utiliza una topología en estrella, en la que cada punto de la red se une con un tramo de cable conectado al "Hub". En una red con topología en estrella, los nodos están conectados a un dispositivo o punto central en forma de rayos. Si falla el Hub es capaz de poner en compromiso todo el funcionamiento de la red.

Otro de los métodos es el "Token Ring", que es una red de 4 Mbps o 16 Mbps que utiliza una topología lógica en anillo pero una topología física en estrella. Utiliza la circulación de un mensaje (token) para habilitar la transmisión en la red. Cada anillo puede incluir hasta 256 estaciones.

Además de la topología, existen los "medios", los "protocolos" y los "sistemas operativos de red". Los medios son los cables. El cableado por lo general es a través de cables de cobre del tipo par trenzado sin blindaje (UTP acrónimo en inglés de Unshielded Twisted Pair). Existen distintos tipos de cables según sus medidas y características eléctricas. Se clasifican en 5 categorías: UTP 1, 2, 3, 4, y 5. Por lo general, cuanto más grueso es el cable, mejor es la calidad.

Los cables UTP-Categoría 3 son utilizados en tecnologías Ethernet hasta 10 Mbps de velocidad. El cable UTP-Categoría 4 es el mínimo re-

quisito para la instalación de redes Token Ring de 16 Mbps. Por último, el cable UTP-Categoría 5 acepta hasta 100 Mbps de velocidad, aunque se puede alcanzar una velocidad de 155 Mbps con la implementación de ATM en un entorno LAN.

Otros medios incluyen el cable coaxial (como el de TV) y la fibra óptica. La máxima velocidad la ofrece la fibra óptica.

La FDDI constituye un estándar de red que transmite a velocidades de hasta 100 Mbps a través de un doble anillo de fibra óptica. Una red FDDI puede incluir hasta 500 estaciones a lo largo de aproximadamente 1,6 kilómetros de fibra. FDDII es sólo para la transmisión de datos. FDDIII permite la transmisión tanto de la voz como de datos.

Todo este cableado termina en un conector que se asemeja al enchufe telefónico (comúnmente llamado "jack"). Es un enchufe de teléfono, pero es más grande y se denomina "RJ-45" de 8 cables que puede utilizarse con Ethernet o un PBX ("Private Branch Exchange" utilizados para conectar redes telefónicas). Si lo utiliza para un teléfono, el cable será plano. Si es para ser utilizado en red, será redondo y trenzado. Si utiliza el cable plano para la conexión en red, reducirá el rendimiento de su red de manera sustancial.

La LAN es más rápida comparada con otras formas de telecomunicaciones (por ejemplo las Redes de Área Extendida, WAN acrónimo en inglés de "Wide Area Network"). Un punto fácil de referencia es que una red LAN que utiliza la norma Ethernet debería tener una velocidad de señal de 10 Megabits por segundo. Aún con una eficiencia del 35%, esto representa 3.5 Mbps. Un canal T1 posee una velocidad de señal de 1.5 Mbps, sólo 1/3 de esa velocidad.

7.2.3.6 Redes de Área Extendida

El Servicio Telefónico Liso y Llano (POTS acrónimo en inglés de Plain Old Telephone Service) es la red telefónica analógica tradicional que permite un flujo máximo de 56.000 bits (no Bytes) por segundo. En la mayoría de los casos, salvo circunstancias inusuales, POTS no acepta una velocidad máxima mucho mayor que 19.200 o 22.600. Estas líneas son sumamente lentas para la mayoría de los sistemas de Radiología Digital, PACS y aplicaciones de Telerradiología no comprimidas. Sin embargo, han resultado eficaces para aplicaciones de telerradiología "on-call" comprimida, en modalidades digitales como TC, US, RM y MN.

Las RDSI son líneas telefónicas digitales que alcanzan 128 kbits por segundo en una línea telefónica. Se presentan en dos formas: la Interfase de Régimen Básico (BRI) es un servicio RDSI que ofrece dos canales B ("bearer") de 64 Kbps que pueden usarse para transferir voz, datos y vídeo, y además un canal D ("data link") de 16 Kbps para información de control y señalización. Y la Interfase de Régimen Primario (PRI).

Una Red está estratificada en siete capas ("layers") o niveles, a menudo llamadas Modelo para la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI acrónimo en inglés de Open System Interconnection). Las siete capas son las siguientes:

- Física (por ejemplo, Ethernet 10BaseT o Token Ring).
- Enlace de datos (un controlador específico para tarjeta de redes).
- Red (por ejemplo, IP-Protocolo de Internet).
- Transporte (TCP o Protocolo de Control de Transmisión).
- Sesión (por ejemplo, Telnet, FTP, SNMP o SMTP).
- Presentación (por ejemplo, Sistema de Archivo Remoto).
- Aplicación (por ejemplo, NFS-Sistema de Archivo en Red).

Realizar una explicación detallada de estas siete capas sería algo confuso e inútil. En realidad, esta estructura en capas de la red es una abstracción a la que se adapta la variable real.

Existen varios protocolos para intercambio de datos y acceso a redes:

- NetBIOS desarrollado por IBM y NetBEUI es la versión desarrollada por Microsoft. NetBEUI significa Interfase de Usuario Extendida de NetBIOS. Estos protocolos no cuentan con algunas capas, en especial la capa de red y no pueden ser encaminados en una red.
- IPX/SPX. IPX (Intercambio de Paquetes entre Redes) es un protocolo de comunicaciones para las capas inferiores de la red implementado por Novell, complementado ampliamente por SPX.

SPX significa Intercambio Secuencial de Paquetes; se trata de un protocolo de transporte para el intercambio de datos en red que utiliza el protocolo de capas de red IPX.

- **TCP/IP.** Protocolo de Control de Transmisiones/ Protocolo Internet es un protocolo muy utilizado en Internet. Es el protocolo para la capa de transporte. Su uso se ha difundido de manera considerable en la intercomunicación de redes en el ámbito de empresas debido a su diseño superior para las WAN. TCP regula la secuenciación de los paquetes IP para su transmisión. IP dentro de TCP/IP es la capa de red inferior. A menudo se emplea con el término "TCP/IP" para referirse genéricamente al conjunto de protocolos relacionados. DICOM 3.0 utiliza TCP/IP como su protocolo de comunicación. DICOM es una norma que constituye un referente para la comunicación de imágenes médicas. Se basa en el Modelo para la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), que define un protocolo de siete capas. Se trata de una norma para la capa de aplicación, lo que significa que se encuentra dentro de la capa siete (la capa superior). DICOM ofrece formatos de imágenes estandarizados, un modelo de información común, definiciones de servicios de aplicación y protocolos de comunicación.
- **SLIP,** o Protocolo Internet en Serie, es utilizado para ejecutar TCP/IP (Protocolo Internet) en líneas serie, como por ejemplo las líneas telefónicas. Por lo tanto, se puede obtener una cuenta "SLIP" de un servidor de Internet local, contratar una cuenta a un ISP (Internet Service Provider) que dará una conexión SLIP a través del proveedor.
- **PPP,** o Protocolo Punto a Punto, permite conexiones de router a router y del host (computadora central) a la red de modo sincrónico y asincrónico. Se lo considera una versión avanzada del protocolo SLIP. Los servidores de Internet ofrecen la opción de conexión PPP en vez de una SLIP ya que es más estable y menos proclive a interrupciones y desconexiones. Los fax utilizan en la actualidad protocolos PPP incorporados.

Para aplicaciones pequeñas y medias, todas las configuraciones de red han probado ser muy buenas, las diferencias se dan cuando se necesitan altísimos regímenes transaccionales, y dependen de como se incorporen nuevas características. Cada nueva versión puede modificar las anteriores.

7.2.4 Dispositivos de entrada/salida

7.2.4.1 Spoolers

Con las nuevas tendencias en informática y las arquitecturas distribuidas, hoy se puede utilizar un Spooler (Spooler significa Operaciones Periféricas Simultáneas en Línea) que acepta múltiples entradas (por lo general múltiplo de 4) por tarjeta de "Frame Grabber" y acepta tantas imágenes de tantos casos como sea necesario. La función del Spooler es agrupar las imágenes en casos (es decir, carpetas) para la impresión en película o su almacenamiento posterior. También se puede editar las imágenes o incluso agregar comentarios acerca de éstas en un caso antes de imprimirlas.

Con los protocolos de red TCP/IP como DICOM 3.0, se "interconectan por red" a través de la LAN los dispositivos de captura y la impresora láser. Así que, para cualquier TC, RM, US, dispositivo de Angio e inclusive una sala de Fluoroscopia Digital DICOM, se podrán conectar directamente por red a una impresora o un Spooler de impresión, un sistema archivo y las estaciones de revisión, todos al mismo tiempo.

De igual forma se puede acceder a estos dispositivos a través de la WAN e imprimir desde un sitio remoto. Sólo que en lugar de un Hub, será necesario un Router (encaminador: dispositivo de red) y la velocidad estará sujeta al ancho de banda de la red telefónica.

Muchos dispositivos no son compatibles con las Clases de Servicios DICOM 3.0 requeridos, tales como DICOM Print. Para obtener imágenes digitales con estos dispositivos o para transferirlas a una red compatible con DICOM, será necesario uno de varios dispositivos de entrada secundarios o las llamadas "cajas negras" de los propietarios de los equipos de radiología.

7.2.4.2 Frame grabbers

Las imágenes No Digitales o la señal de vídeo pueden ser capturadas por sistemas "frame grabber", que básicamente consiste en digitalizar un cuadro congelado de una fuente de vídeo.

Puesto que lo visualizado está diseñado para ser percibido por la vista, y básicamente el ojo humano puede distinguir 256 niveles de gris, "frame grabbing" (conversión de señal de consola) es un proceso de 8 bits, a diferencia de una imagen DICOM que tiene 16 bits por pixel.

Todos los dispositivos de US y algunos de MN tienen una salida de "vídeo estándar", o la misma señal sincronizada que proviene de detrás del monitor hacia la grabadora de vídeo. Se la llama RS-170 (o PAL en Europa).

Todos los demás, TC, RM, Angio, Fluoro, etc, tienen una salida de señal de vídeo no estándar, propietaria del fabricante. El número de líneas de barrido y la frecuencia varían enormemente por lo que sus tarjetas de "frame grabber" estándar de PC sólo funcionarán en unos pocos dispositivos médicos. Estas especificaciones no estándar requieren tarjetas que puedan ser ajustadas o adaptadas a la señal de vídeo en particular desde la que se quiere capturar. La captura y entrega de las imágenes médicas desde la consola se realiza con un avanzado sistema de alta definición y alta velocidad, que permiten obtener imágenes de hasta 1280x1024 a 8 bits por pixel a 60 Hz.

7.2.4.3 Digitalizadores: Láser y CCD

Existen tres tipos de técnicas básicas de digitalización de radiografías:

- Cámara en un soporte. Se envía una luz a través de la placa radiográfica, similar a un proyector de transparencias y es capturado por una cámara. La calidad y el coste de este procedimiento son bajos y prácticamente no se utiliza debido a que no son aceptados por las normativas internacionales para efectuar el diagnóstico primario.
- Sistema CCD (acrónimo en inglés de Charged Coupled Device). Se utiliza una luz fluorescente especial para iluminar la placa y el sistema CCD va recogiendo la información con detectores. Estos sistemas tienen un inconveniente que es el "bleeding" por superposición de luz diseminada. Sin embargo, los sistemas CCD tienen una longitud de onda dinámica por lo que las regiones oscuras quedan mejor iluminadas.
- Tecnología Láser. Utiliza luz láser para iluminar la placa y se recoge la información con fotomultiplicadores. No tienen "bleeding" pero a diferencia de los sistemas CCD no tiene rango dinámico de sensibilidad.

Los escáneres de Placas Radiográficas son utilizados para digitalizar películas, por ejemplo, convertir información análoga almacenada en la

placa radiográfica en un conjunto de datos digitales. Estos envían la información digital al PC a través de uno de los puertos de entrada/salida de datos de la PC o con la utilización de tarjetas SCSI montadas sobre la placa base de la unidad central.

La fuente de luz utilizada en los Escáneres de Películas Láser es un rayo infrarrojo cuidadosamente focalizado, coherente y monocromático o un láser rojo visible. El rayo láser debe estar posicionado con precisión y barrer toda la película bajo el control del PC, mientras que la luz transmitida a través de la película es detectada de manera eficiente por dispositivos de alta ganancia y muy bajo ruido, los cuales poseen amplificadores electrónicos de conversión análogo-digital para su entrada al PC. Esto hace que el dispositivo sea sumamente preciso, costoso y que requiera ciertos componentes que de alguna manera lo hacen más pesado que un Escáner del tipo CCD. Es necesario saber que hay consideraciones muy técnicas e importantes que hacen que la densidad óptica del Escáner de Películas Láser sea más lineal y restringida; el control de la luz láser sobre el área barrida brinda una resolución espacial precisa independiente de la densidad de la película y, de este modo, digitaliza la información sobre la placa radiográfica sin distorsión. En consecuencia, un Escáner Láser es más adecuado para aplicaciones de imágenes médicas primarias, que los CCDs.

Los mejores Escáneres Láser ofrecen una densitometría de barrido donde la información digitalizada derivada del Escáner representa con total precisión la verdadera información sobre la densidad de la película en todos y cada uno de sus puntos. Este es un logro característico de una fuente de luz puntual y de las técnicas especiales de procesamiento de la luz en un Escáner Láser que traspasa la película, a diferencia de un Escáner CCD cuya fuente de luz es una línea de luz blanca derivada de un tubo fluorescente.

Los Escáneres CCD son físicamente bastante similares a los Escáner de documentos. Un CCD es un dispositivo (un conjunto de detectores de estado sólido) similar al que se encuentra en una cámara de vídeo común o filmadora; es utilizado para capturar y digitalizar imágenes. Los datos digitales, por ejemplo, pueden ser enviados al PC a través de un cable y una tarjeta SCSI.

Los Escáneres CCD actuales pueden brindar 12 bits de datos en escala de gris en un rango dinámico limitado (los últimos 4 bits de los 16 bits son por lo general 0) y barren con resolución de hasta 4096 x 5120 pixels.

Los dos sistemas Láser y CCD son aceptados por la ACR y la CEN como sistemas de digitalización de radiografías para diagnóstico primario.

El hecho de que la salida de archivos de estos dispositivos sea compatible con DICOM depende del software empleado, no del fabricante del Escáner. Todo lo que el Escáner hace es transiluminar la película y brindar un flujo de datos digitales de Unos y Ceros. Una vez que los datos llegan a la PC, la adaptación de la imagen adquirida al formato DICOM depende del fabricante del software.

7.2.4.4 Radiografía computarizada

La Radiografía Computarizada (o CR) existe desde hace unos 20 años. La tecnología básicamente consiste en sustituir una placa de fósforo de almacenamiento por una placa fosforescente emisora de luz dentro del chasis radiográfico. La placa de fósforo captura la energía de los rayos x que atraviesan al paciente y al ser expuesta a luz proveniente de un rayo láser que excita la energía atrapa y es emitida esta energía a su vez en forma de luz visible. La tecnología está diseñada para obtener una imagen latente. Esta imagen latente es "leída" posteriormente por una serie de dispositivos electrónicos y de amplificación, con lo que se crea la imagen digital final.

Este dispositivo es el "lector". Una vez que existe la imagen digital, ésta puede ser procesada, filtrada y retocada matemáticamente para ser mejorada. Luego puede ser visualizada en un monitor, ser impresa en una buena película o simplemente almacenada. Al principio, los beneficios de la Radiografía Computarizada eran principalmente la reducción en las tasas de repetición y descarte para placas radiográficas portables, esto brindaba densidades de película más consistentes y deseables, y la posibilidad de someter a las imágenes a "unsharp masking" (el no resaltado de bordes con máscara) y a otros algoritmos antes de imprimirlas en película.

Las empresas que han llegado al mercado de los sistemas CR son: Fuji, Agfa, Kodak, Konica y Philips.

7.2.4.5 El mundo DICOM

En las unidades de radiología de los hospitales, es muy común encontrarse con equipos de varios fabricantes, para las diferentes modalidades de imágenes que se generan; el tratar de integrar todos ellos

en un sistema que los manipule es prácticamente imposible. Por lo que surgió la necesidad de estandarizar el manejo y transmisión de imágenes médicas digitales.

En 1983, con la integración de un comité formado por el Colegio Americano de Radiología (ACR acrónimo en inglés de "American College of Radiology"), representando a la comunidad de radiólogos y la Asociación del Fabricante Eléctrico Nacional (NEMA acrónimo en inglés de "National Electrical Manufacturer Association"), representando a la industria en el área de radiología, de acuerdo a los procedimientos establecidos por NEMA. Los objetivos iniciales fueron trabajar con los diferentes problemas de compatibilidad, con el fin de compatibilizar los ambientes propietarios de las diferentes modalidades de imágenes. Específicamente:

Promover la comunicación entre imágenes digitales independientemente del fabricante que las produjo.

Ofrecer mayor flexibilidad a los sistemas de almacenamiento y comunicación de imágenes.

Facilitar la creación y consulta a sistemas de diagnóstico por diferentes dispositivos y en diversos lugares locales o remotos.

Los primeros resultados en los trabajos de estandarización fueron publicados en 1985, ACRNEMA Versión 1.0, teniendo como base ideas obtenidas de formatos ya existentes. Por ejemplo, la definición de elementos de datos de longitud variable identificados con etiquetas (formato de etiquetas), fue adoptada de un estándar para grabar imágenes en cinta magnética, desarrollado por la Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM). Sin embargo, como todas las primeras versiones, se detectaron varios errores y el comité encargado (ACR/NEMA) autorizó a los grupos de trabajo involucrados, la realización de dos revisiones en Octubre de 1986 y en Enero de 1988, que produjeron una segunda versión, ACR-NEMA Versión 2.0, en 1988.

En esta nueva versión se conservaron prácticamente las mismas especificaciones de interfaz con hardware definidas en la versión 1.0, pero se agregaron nuevos elementos de datos y se corrigieron varios errores e inconsistencias. En esta versión se especificó la comunicación punto a punto entre dispositivos, un grupo de comandos por software y varios formatos de datos correspondientes a los nuevos elementos.

En el tiempo que se dio a conocer la segunda versión, surgió la demanda de interfaz entre dispositivos involucrados en la generación, manejo

de imágenes y redes de cómputo, sin embargo, el estándar no ofrecía ningún soporte de comunicación en red. La respuesta a estas demandas implicaba grandes cambios a lo ya establecido, considerando como restricción principal el mantener la compatibilidad con las versiones anteriores. De esta forma, a partir de 1988 se comenzó a trabajar en una tercera versión, en donde el proceso de diseño sufrió un cambio radical adoptando modelos para simular el mundo real, modelos de capas o pila para comunicación entre sistemas heterogéneos utilizando protocolos de comunicación en red y el modelo de cómputo Cliente/Servidor para establecer asociaciones entre dispositivos compatibles, a través de envío de mensajes.

Después de tres años, se dio a conocer la versión ACR/NEMA DICOM (acrónimo en inglés de Digital Imaging and Communications in Medicine) llamada también DICOM 3.0, en la que participaron también varias instituciones de la comunidad internacional como JIRA (acrónimo en inglés de Japanese

Industry Radiology Apparatus) y CEN (acrónimo en francés de Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization). Esta versión es considerada como un estándar completo, compatible con las versiones anteriores.

Las principales características de DICOM son:

- Intercambio de objetos en redes de comunicación y en medios de almacenamiento a través de protocolos y servicios, manteniendo sin embargo, independencia de la red y del almacenamiento físico. Todo esto a través de comandos definidos por una sintaxis y una semántica, a los que se les asocian datos. Las versiones anteriores sólo ofrecían comunicación punto a punto.
- Especificación de diferentes niveles de compatibilidad. Explícitamente se describe como definir un determinado nivel de compatibilidad, para escoger sólo opciones específicas de DICOM. En las versiones anteriores se especifica un nivel mínimo únicamente.
- Información explícita de Objetos a través de estructuras de datos, que facilitan su manipulación como entidades autocontenidas. Los Objetos no son únicamente imágenes digitales y gráficas, sino también estudios, reportes, etc.
- Identidad de objetos en forma única, como instancias con operaciones permitidas definidas a través de clases.

- Flexibilidad al definir nuevos servicios.
- Opera entre servicios y aplicaciones a través de una configuración definida por el estándar, manteniendo una comunicación eficiente entre el usuario de servicios y el proveedor de los mismos.
- Representación de aspectos del mundo real, utilizando objetos compuestos que describen un contexto completo, y objetos normalizados como entidades del mundo real.
- Sigue las directivas de ISO en la estructura de su documentación multipartes. De esta forma facilita su evolución, simplificando la adición de nuevas partes.

Los beneficios obtenidos de estos servicios son el poder interrelacionar los diferentes sistemas de información en un hospital, como los Sistemas PACS, Sistemas de información de radiología RIS (acrónimo en inglés de Radiology Information Systems) y sistemas de información hospitalaria HIS (acrónimo en inglés de Hospital Information Systems). En los sistemas PACS es donde su aplicación tiene mayor relevancia, dado que los servicios ofrecidos por DICOM pueden ser utilizados por los diferentes ambientes que generan y utilizan imágenes médicas de diagnóstico, manteniendo la operatividad entre ellos.

Para cumplir eficientemente con los requerimientos operativos, cada uno de los componentes del sistema debe especificarse utilizando el estándar DICOM. Para DICOM cada componente de un sistema PACS, debe definir una o más entidades de aplicación (AE acrónimo en inglés de Application Entity), que deben mantener cierto nivel de compatibilidad, de acuerdo a responsabilidades específicas. El objetivo es: evitar problemas de comunicación originados por errores de interpretación en la información.

DICOM agrega la posibilidad de conexión en red utilizando como base los protocolos TCP/IP y los propuestos por ISO/OSI (acrónimo en inglés de International Standards Organization/Open Systems Interconnection). De esta forma se aprovechan los protocolos definidos en las capas inferiores tanto de TCP/IP como de ISO/OSI y define los protocolos necesarios en las capas superiores para soportar la comunicación entre aplicaciones en forma eficiente.

El estándar DICOM 3.0 soporta el protocolo de comunicación TCP/IP, por el que se implementan los soportes de comunicación a tra-

vés de medios e infraestructura de redes variadas y relativamente comunes (por ej. Ethernet, ATM, fibra, cableado UTP-5).

Un dispositivo DICOM puede ser cualquier cosa, desde una estación lectora, hasta una estación de revisión preliminar, o un Tomógrafo Computado o Resonador Magnético, o un lector láser de Radiografía Computada, un archivo en disco o un Gateway DICOM.

Un dispositivo DICOM "Proveedor de Almacenamiento" (SCP acrónimo en inglés de "Service Class Provider"), puede brindar imágenes en formato de archivo DICOM, a través de una red que utiliza protocolos DICOM estandarizados (TCP/IP). Es decir,

"empuja" a las imágenes a equipos tales como una impresora láser compatibilizada con DICOM, la cual es un "usuario de almacenamiento" (SCU acrónimo en inglés de "Service Class User"), un Spooler DICOM SCU, una WS DICOM SCU o archivo DICOM SCU.

Un proveedor DICOM de Consulta/Recuperación (Query & Retrieve) es cualquier dispositivo DICOM que puede consultar otros dispositivos DICOM de Consulta/Recuperación en la red para encontrar casos e imágenes y, si se desea, recuperarlos: a su vez, puede brindar los resultados de una consulta DICOM originada en otro dispositivo DICOM de Consulta/Recuperación y, si es requerido por ese dispositivo, entregar los archivos de imágenes DICOM a través de la red.

Las WS DICOM, por supuesto, necesitan:

Mostrar imágenes recibidas a través de dispositivos de adquisición ("proveedor").

Almacenar imágenes recibidas para luego mostrarlas ("almacenamiento").

Ser capaces de encontrar y recuperar en la red imágenes de los dispositivos de almacenamiento y adquisición ("Consulta/Recuperación").

7.2.4.6 Impresoras

Las impresoras son una parte importante en todo el sistema de Entrada/Salida de la red de imagen digital. Es el lugar donde finalmente se realiza una copia en placa o papel del resultado de todo el proceso de digitalización, si ello es necesario.

La más simple de las redes conecta dos ordenadores, permitiéndoles compartir archivos e impresión.

En un Hospital donde su departamento de radiología funciona sin placas, algunas veces se hace necesario la impresión de placas. Funcionar sin placas no quiere decir necesariamente que no se impriman. A veces ocurre que un paciente debe ser trasladado a otro centro asistencial con el cual no existe conectividad para envío directo de radiografías, o simplemente se desean obtener placas radiográficas para secciones científicas. Entonces, desde una WS debe ser posible ordenar la impresión de copias sobre película cuando se precise o la obtención de copias permanentes sobre soporte sensible o papel, se dispone de dos tipos de terminal básico.

En la actualidad en el mercado de radiología digital existen varios tipos de impresoras.

Las impresoras habituales que todos conocemos que utilizan sistemas muy sofisticados para imprimir placas utilizando tanques adicionales donde se colocan los reactivos para el revelado de placas.

El sistema de impresión térmica muy utilizado en redes digitales de Medicina Nuclear o Ecografías.

El sistema de barrido por rayo láser de alta resolución denominados "Dry Printers" (impresoras en seco).

Las impresoras en seco han venido a revolucionar las redes de radiología digital, ya que evitan la utilización de reactivos para la obtención de radiografías.

En este tipo de tecnología se realiza un barrido por rayo láser sobre la superficie a registrar. Estos equipos permiten la presentación en multiformato de imágenes procedentes de distintas fuentes digitales (TAC, RMN, DIVAS, MN), y la presentación en formato real de gran tamaño (35 x 43 cm). La resolución espacial de las copias así obtenidas es muy elevada, hasta 4000x5000 puntos, con una gama de densidades o grises de 4096 niveles. La calidad de impresión de imagen parece adecuada en los estudios practicados. En la conexión con las redes de imagen digital se puede optar por ceder las tareas de configuración de las imágenes a la impresora o enviar a la impresora imágenes ya compuestas por la WS. La impresora puede estar conectada a una estación concreta, al servidor de base de datos, o bien tener un acceso directo a la red de datos. Esta última solución permite imprimir rápidamente desde cualquier WS.

UNIDAD 8: EL SISTEMA PACS-RIS-HIS

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 8.1 Sistema
- 8.2 Planificación para PACS
 - 8.2.1 Cima-Abajo
 - 8.2.2 Fondo-Arriba
- 8.3 Pasos de implantación de un PACS

La evolución en los últimos años de la tecnología de la informática y de las redes de comunicación ha conducido a la multiplicación de los PACS y han sido probados con efectividad en muchos hospitales de casi todo el mundo.

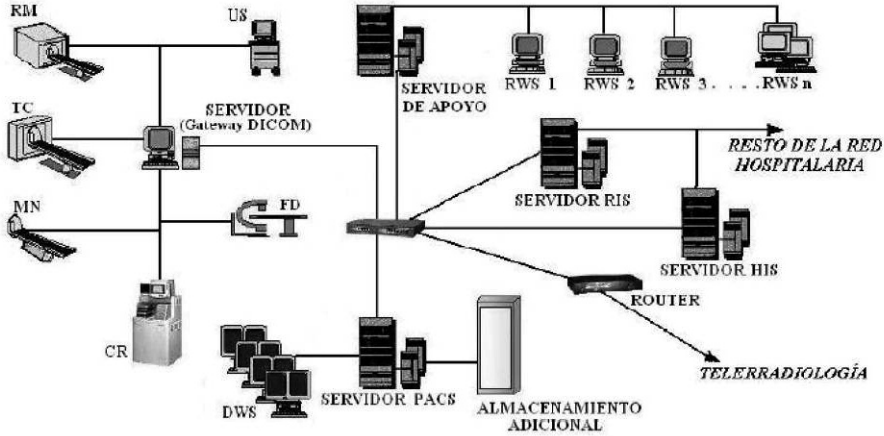
Sin embargo, no se puede ver un PACS como una suma de aparatos interconectados, sino más como un medio, un concepto de intercambio de información basado en imágenes, sonido y datos entre médicos, servicios y hospitales. Es un concepto de integración de la información hospitalaria abierto al mundo de la comunicación mundial. Es un nuevo concepto multimedia aplicado al ambiente hospitalario.

8.1 Sistema

Como sabemos, los objetivos de un PACS son: la captura, gestión, transmisión, y exhibición de imágenes médicas. Sus componentes son interfaces para equipamiento de imagen, redes de comunicación, sistemas de archivo, estaciones de trabajo para la exhibición de imágenes y software de gestión de base de datos.

Así, un PACS no es algo aislado en un campo de información, sino que comparte esa información con otros sistemas como RIS, HIS y el sistema de desarrollo de información (DIS acrónimo en inglés de De-

velopment Information System), generalmente encargado de toda la gestión económico-administrativa del hospital.



En el RIS se almacenan los datos sobre los turnos, exámenes, lista de trabajo, datos útiles sobre los pacientes a examinar; los cuales son de vital importancia para un PACS (que puede usar ese conocimiento para hacer una búsqueda preliminar, desde un archivo de almacenaje a corto plazo en una estación de trabajo, de los estudios previos de un paciente programado).

Parte de la información utilizada en radiología proviene de diferentes escenarios de un hospital, por ejemplo, desde el laboratorio clínico. Por otro lado, el HIS comúnmente administra las operaciones del hospital y los datos demográficos del paciente. Es, también, la fuente de entrada, de descarga e información de traslado, útiles para búsquedas previas y movimiento de imágenes a sistemas de almacenamiento a largo plazo, una vez que el paciente fue dado de baja. El HIS es el encargado por definición de la distribución de información por el hospital, por eso debe haber una estrecha conexión con el PACS, si en él es donde se realiza el informe radiológico, el cual debe ser enviado al HIS para su distribución.

8.2 Planificación para PACS

Un PACS es un recurso de hospital. La aceptación del usuario es la clave del éxito del PACS. Los radiólogos y los médicos de otras especialidades tienen criterios diferentes, porque juzgan el valor de una red de imágenes en su totalidad, o por cada componente de esa red.

La arquitectura y el diseño de un PACS pueden verse desde dos puntos de vista diferentes:

- Cima-Abajo (Hospital-Servicio Radiología).
- Fondo-Arriba (Necesidad/Problema-Solución).

8.2.1 Cima-Abajo

El enfoque Cima-Abajo está simbolizado por todo el Hospital en conjunto hacia un departamento de radiología sin película. Tiende a ser diseñado por un amplio sistema de respuestas a cuestiones tales como:

- Altos costos en placas radiográficas.
- Requerimiento de espacio para archivar películas, o una tasa de pérdida de película muy alta.
- Inexistencia de base de datos.
- Lentitud en la consulta de expedientes.
- Repetición de exámenes.

Las ventajas del enfoque Cima-Abajo son: La oportunidad de ganar economía de escala; la agrupación de cambios en el entrenamiento y operacionales; la simplificación de la planificación e integración; y la capacidad de tener un punto único de contacto para entrenamiento, mantenimiento y servicio.

Las desventajas de este enfoque son: Los costos deben afrontarse de un golpe; si el sistema fracasa, es un gran fracaso; puede ser difícil aprovechar los adelantos tecnológicos, y esto puede ser difícil de evitar sobre y bajo especificación para algunas partes del sistema. El enfoque Cima-Abajo cobra un sentido particular cuando se planifica un nuevo edificio u hospital.

8.2.2 Fondo-Arriba

El enfoque Fondo-Arriba está simbolizado por la solución de un problema concreto: ejemplo sencillo sin placas; que pueden afrontarse utilizando miniPACS, o PACS parciales. Un miniPACS tiene todos los

componentes de un PACS, pero es un sistema en pequeña escala. Un PACS parcial usa tecnología PACS, pero no incluye todos sus componentes. El enfoque Fondo-Arriba tiende a ser usado para la solución a un problema localizado. Por ejemplo, un miniPACS o PACS parcial puede implantarse para proveer una rápida entrega de imágenes a áreas de cuidados intensivos o de urgencias.

Las ventajas de este enfoque incluyen, un costo inicial inferior y que los fracasos tienen consecuencias locales. Puede ser más fácil aprovechar los adelantos tecnológicos, las especificaciones pueden adaptarse al problema en particular o ser resueltos y son más simples para la modelación de los sistemas.

Las desventajas del enfoque Fondo-Arriba incluyen la pérdida de economías de escala, la necesidad de múltiple entrenamiento y tantas fases como cambios operacionales sean agregados, la adición de dificultades de integración e interfaces si hay proyectos múltiples y la necesidad de contactos múltiples para entrenamiento, mantenimiento y servicio.

8.3 Pasos de implantación de un PACS

El análisis de necesidades reales y futuras es el paso preliminar en la implantación de un PACS en un Servicio de Radiología. Cuando este paso se ha completado, se deberá determinar el grado en que el PACS será útil para corregir y mejorar las operaciones. Si se necesita un PACS, lo próximo que deberá ser establecido es el presupuesto y las limitaciones de tiempo del proyecto.

Se formará un equipo, donde se incluya personal del Hospital y Servicio de Radiología, que realizarán el estudio. Se recomienda que dicho equipo esté compuesto por:

- Un gerente, que asumirá la responsabilidad para el proyecto.
- Un radiólogo, que ayudará a definir necesidades.
- Un técnico en radiología, que representará a los usuarios operacionales del sistema.
- Un ingeniero, que conozca de comunicaciones y bases de datos.
- Un experto financiero, que comprenda la planificación y estructura financiera del servicio.

- Un enlace con la institución familiarizado con la información de otra tecnología que puede ser instalada.
- Un proyectista, que comprenda de ordenadores y visualización.

El modelado es el siguiente paso en la implantación. Debe crearse un modelo funcional, basado en el modelo descriptivo completado durante el análisis de necesidades. Deberá determinarse qué otros sistemas necesitarán interfaces con el PACS, que papel deben jugar los otros sistemas de información. Si existe un RIS o HIS en el Hospital, los proyectistas deberán establecer que sistema es preferente en los diversos elementos de datos; por ejemplo, el HIS puede elegirse como el propietario (contenedor) de la base de datos de información demográfica del paciente.

La planificación de la adquisición es el siguiente y no menos importante paso en la implantación de PACS. Para los contratos grandes de PACS, la precaución de obtener declaraciones firmadas puede ayudar a impedir, posteriormente, problemas jurídicos de vendedores desconsiderados o no elegidos.

Se deben describir concretamente, todos los requerimientos necesarios para las estaciones de trabajo de diagnóstico primario, revisión y remota, archivos, sistemas de almacenamiento, base de datos, adquisición de imágenes, digitalizadores de películas, sistema de radiografía computada, estandarización y comunicación con sistemas HIS/RIS, impresoras de películas y acceso a Internet. El modelo funcional debe transformarse en una especificación funcional. La especificación funcional, a su vez, puede usarse para desarrollar los requerimientos de composición del sistema.

Las normas y especificaciones existentes deberán usarse, donde sea posible, con Imágenes Digitales y Comunicaciones en la Medicina (DICOM) especificado como una interfaz para el PACS en sí mismo. Si se mantiene la conformidad de DICOM, se deberá requerir a los vendedores que sometan sus declaraciones de conformidad DICOM. El Nivel de Salud 7 (HL7) debería especificarse como una interfaz con el RIS o HIS.

Durante la fase de instalación, la prueba de aceptación puede ser la clave al éxito.

En la prueba de aceptación, debe mantenerse en la mente que la fiabilidad es el criterio más importante para el éxito de un sistema. Una

base para evaluar los períodos de fallos es estableciendo jornadas de 24 ó 14 horas. Un requerimiento típico es uno de 98-99% de operación sin tiempo de avería, lo cual significa que el sistema estaría averiado 1 o 2 horas cada 4 días.

Antes de implantar un PACS o sistema de Telerradiología, es necesario tener en cuenta varios de los siguientes puntos:

- **Normas de adherencia.** Estas normas están relacionadas con el estándar DICOM. La mayoría de los principales fabricantes ha adoptado DICOM 3.0. En principio, todos los vendedores se encuentran conformes la clase DICOM SCP, que les permite aceptar datos desde una modalidad DICOM en sus PACS, y solicitar el soporte de DICOM. Lo que es igualmente importante, dependiendo de sus necesidades, es la adhesión a las otras secciones de la norma. Esto incluye: "pedido/recuperación" (query/retrieve), que permite que otros sistemas requieran y recobren imágenes almacenadas en el sistema del formato de archivo del DICOM; impresión básica y avanzada, que permite imprimir imágenes monocromáticas y de color; HIS/RIS, que permite eliminar la entrada de datos repetidos, y deja al usuario capturar imágenes e informes de un archivo y distribuirlas en una estación de trabajo o servidor; y los archivos de seguridad, que permiten archivar imágenes en un formato estandarizado.
- **Capacidad de Expansión.** Generalmente, está ligada con el soporte DICOM. El sistema necesita ser capaz de crecer para garantizar la inversión hecha no sólo en hardware y software, sino también en productividad global de los radiólogos, médicos, técnicos de radiología y personal de enfermería
- **Tiempo de respuesta del servicio.** Cada vendedor ofrece un tiempo de respuesta de dos horas o menos de ayuda telefónica. Lo importante es definir el tiempo de respuesta "en el sitio de instalación". Los vendedores que no tienen servicio local pueden tomarse 72 horas o más para proveer piezas de recambio después de un fallo de cualquier componente. Para un componente importante, como puede ser el servidor de archivos, la estación de diagnóstico primario, el digitalizador de películas o el sistema de radiología computada, esto puede ser catastrófico. El tiempo típico de respuesta debería ser de cuatro horas o menos, con el préstamo de los componentes disponibles si las reparaciones no pueden hacerse dentro de un período predefinido (comúnmente de 48 horas).

- **Utilidad del Sistema.** Una de las necesidades a evaluar es si las opciones de software ofrecidas por los vendedores le resultarán herramientas clínicas valiosas, o simplemente, son adornos inútiles. El sistema necesita ser tan fácil de usar como leer una placa sobre un negatoscopio. Las interfaces gráficas del usuario intuitivamente diseñadas son la clave.
- **Diseño del sistema.** Son necesarios sistemas diseñados de forma que sus componentes provean el suficiente poder como para tener el trabajo hecho de manera exacta, y permitan la expansión y recambio a largo plazo. En redes punto-a-punto, como algunas aplicaciones simples de Telerradiología, el diseño del sistema no es un factor determinante hasta que se desea la expansión de la red. En el PACS a gran escala, es un componente importante. El uso inteligente de los componentes basados en Windows, Windows NT y/o Unix debería incluirse en el diseño del sistema para permitir un balance de eficacia y desempeño de los costos.
- **Funcionamiento.** Este se determina en su mayor parte por la aplicación. Las necesidades de los radiólogos difieren drásticamente de las de los clínicos, y afectan el funcionamiento y costo del sistema. Es importante considerar cuan buenas son las imágenes en comparación con la película.
- **Capacitación.** El entrenamiento adecuado debería incluirse en el precio de compra del PACS. La mayoría de los vendedores eligen el enfoque de "entrenar al entrenador", por medio del cual, varios representantes del hospital entrenarán al personal de enfermería y clínico. Es positivo tener al vendedor especialista en aplicaciones como conductor del entrenamiento de los radiólogos y técnicos de radiología por una semana completa, asegurándose así que todos los turnos de trabajo estén cubiertos.

LO QUE SE PUEDE HACER CON UN PACS
Incrementa la productividad de los radiólogos y técnicos en radiología, permitiendo aumentar la eficacia.
Sirve como un catalizador para una evaluación técnica del proceso en sentido amplio, no sólo se identifican las áreas dónde se colocará el PACS sino todo el proceso de cambio que sufrirán otras áreas que utilizaran el soporte de la imagen digital.

LO QUE SE PUEDE HACER CON UN PACS
Aumenta el nivel de satisfacción del médico de atención primaria, ya que se nivela con los servicios del hospital, pudiendo acceder desde cualquier área, cuando quiera, a las imágenes y diagnóstico.
Virtualmente elimina la utilización de las placas, exceptuando la mamografía y las áreas donde se realice un pedido explícito.
Elimina los problemas medioambientales relacionados con los productos químicos de las placas radiográficas y la recuperación de plata.
Reduce el tiempo de recuperación de imágenes anteriores de pacientes.
Reduce la exposición, relacionada con segundas radiografías por errores y posicionamiento.
Reduce los requisitos del almacenamiento en períodos mayores de 10 años.
Reduce el porcentaje de "tiempo de ocupación equivalente (TOE)" en el presupuesto del hospital.
Disminuye el coste por admisión, cuyo impacto se observa en el tiempo de estancia de los enfermos en admisión.

LO QUE NO SE PUEDE HACER CON UN PACS
Tener un impacto dramático en el TOE. Los ahorros de la reducción del TOE y la disminución de puestos de trabajo innecesarios son en parte compensados por el aumento en el coste de administración del sistema.
El impacto en el presupuesto de placas radiográficas que típicamente se obtiene se deberá poner en función del mantenimiento y renovación del PACS.
Aunque el espacio para almacenar radiografías disminuye considerablemente, esta reutilización del espacio se realiza escalonadamente debido a que las radiografías existentes no pueden ser eliminadas, a menos que se digitalicen, lo que supone coste adicional
No disminuye la estancia hospitalaria.
Disminuir los costes de transcripción de informes.
Aumentar el rédito a costa del aumento de las facilidades económicas en tiempo que ofrece un sistema PACS.
Intentar resolver problemas por otras vías, cuando la mejor sea la vía tecnológica

UNIDAD 9: COMPONENTES DE UN PACS

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 9.1 Introducción
- 9.2 Tecnología
- 9.3 La red digital de imágenes
 - 9.3.1 Adquisición de imágenes
 - 9.3.1.1 Modalidad directa
 - 9.3.1.2 Modalidad de captura secundaria
 - 9.3.2 Estandarización
 - 9.3.3 Transmisión de imágenes
- 9.4 Sistemas de gestión
- 9.5 Central de archivo
- 9.6 Consulta de imágenes
- 9.7 Impresión
- 9.8 Filosofía de DICOM 3.0

9.1 Introducción

Hoy día se ha demostrado que los PACS son sistemas de gran capacidad, veloces, que permiten un mejor diagnóstico y una utilización más efectiva de la información hospitalaria.

En el futuro próximo puede preverse que los PACS se constituyan una pieza fundamental dentro del rompecabezas que componen los diversos sistemas de información presentes en una institución de salud moderna. Entre los motivos existentes para efectuar dicho pronóstico se pueden identificar:

- Las organizaciones de salud actuales forman redes complejas de instituciones afiliadas que brindan un servicio integrado. El intercambio eficiente de información, entre los distintos sectores y áreas relacionadas con el paciente, necesita de un sistema de comunicación robusto que incluya todos los datos clínicos del mismo, conformando lo que se conoce como Registro Médico
- Computarizado. Las imágenes de diagnóstico son un eslabón fundamental del mismo.
- La necesidad de competir bajando costos pero manteniendo o aumentando la eficiencia de los servicios, e innovando en beneficio de la calidad de atención de los pacientes, seguros de salud y médicos afiliados, conlleva a las organizaciones sanitarias a buscar en el uso de las tecnologías informáticas, la generación de nuevas ideas y soluciones. Como consecuencia de esta situación, la disponibilidad de un PACS es considerada como una ventaja competitiva y una inversión estratégica para mejorar la productividad y la imagen de la organización en el medio.
- La disminución de los costos y la maduración de las tecnologías asociadas a los distintos componentes de un PACS.
- El desarrollo y aceptación del estándar DICOM 3.0, que permite que los sistemas PACS sean más fácilmente integrables dentro del marco de un sistema informático hospitalario, y que además facilita el crecimiento escalonado y modular hacia una implantación de PACS que abarque toda la organización.

9.2 Tecnología

Un PACS se considera un sistema de alta tecnología que se implanta con la tecnología más reciente. Está compuesto por las siguientes partes esenciales:

COMPONENTES	PRIMERA APROXIMACIÓN
Adquisición de Imágenes Multimodalidad	El punto fuerte de los PACS son las imágenes de los pacientes y la integración de varias modalidades
Red de comunicaciones	Si no existe red, no hay soporte físico para transmitir imágenes, por lo que pierde sentido incluso las siglas PACS
Gestión y transmisión de imágenes e información	Una parte importante del PACS es la posibilidad de gestionar y transmitir las imágenes, junto con la información del paciente y de estudio en cuestión. La localización de imágenes y datos administrativos es esencial
Archivo de imágenes e información	Es, quizás, el pilar de desarrollo de los PACS. Sin un sistema coherente de archivo rápido y eficiente, el PACS perdería su atractivo
Visualización y procesamiento de imágenes e información	Aquí el mérito es del <i>software</i> de visión y los monitores de alta resolución. Con la imagen digital, nace la necesidad de estaciones de trabajo para visualizar imágenes simulando negatoscopios
Impresión de imágenes e información.	Siempre existe necesidad de imprimir radiografías o informes, por lo que es importante que desde cualquier punto de la red de comunicación se pueda imprimir en los diferentes sistemas
Servidores WEB de apoyo y Telerradiología	Los servidores WEB de apoyo y la Telerradiología se han implicado tanto con el desarrollo de los PACS, que se puede decir que han realizado una simbiosis con los PACS

Pero aquí no terminan los componentes de un PACS, quedan tres temas, que aunque no puedan considerarse como parte tecnológica de un PACS, son vitales en la actualidad para su funcionamiento:

- **Estandarización:** Representada por el mundo DICOM y sus especificaciones para comunicación en red. El Nivel de Salud 7 (HL7) se utiliza como interfase con el RIS o HIS.
- **Codificación y compresión de imágenes:** Dado por las técnicas de compresión de imágenes, las normas para la compresión y la aceptación clínica.
- **Interoperatividad y el trabajo cooperativo:** Basado en la teleconsulta y la visualización de imágenes a través de visores WEB.

9.3 La red digital de imágenes

La finalidad esencial de los PACS es integrar las distintas exploraciones de un paciente en un sistema que las haga disponibles. Los estudios de todas las técnicas, o como mínimo, los que generan mayor actividad asistencial, deberían estar conectados al PACS para rentabilizar el sistema asistencialmente.

Cada método, por el que se obtiene una imagen diagnóstica del paciente, se denomina modalidad. Así pues, son modalidades la ecografía, la radiografía computarizada, la tomografía computarizada, la resonancia magnética, el digitalizador de película, la angiografía digital, la fluoroscopia digital, etc. Cada modalidad presenta imágenes con características propias.

Así, una imagen de tórax con calidad equivalente a una placa radiográfica, posee una matriz de 4096 x 5120 píxeles con 12 bit en la escala de gris, equivalente a 40 Megabytes de información, mientras que una imagen de ecografía con matriz de 256 x 256 píxeles y 8 bit en la escala de colores, tiene solamente 64 Kilobytes, o sea 640 veces más pequeña que la imagen digital de tórax. Una mamografía digital puede llegar a tener 48 Megabytes.

9.3.1 Adquisición de imágenes

La adquisición de las imágenes tiene dos modalidades principales. La primera modalidad es la directa, son imágenes que se obtienen di-

rectamente en formato digital. Estas imágenes pueden provenir de sistemas como DR, TC, RM, US digitales, MN, ASD, etc. La segunda forma es a través de capturas secundarias, mediante digitalización o conversión analógico-digital.

9.3.1.1 Modalidad directa

Muchos aparatos modernos proporcionan imágenes en formato DICOM y pertenecen a la clase DICOM SCP, en cuyo caso es posible leer las imágenes con sus datos y almacenarlos siguiendo la misma norma DICOM.

Sin embargo, en otro grupo de equipos, el reto es encontrar la forma de obtener la información. En estos equipos, es común, que las imágenes se proporcionen bajo un formato no estándar, que depende del fabricante.

Las otras formas de modalidad directa son la utilización de los sistemas CR (acrónimo en inglés de Computed Radiography) y DR (acrónimo en inglés de Digital Radiography) o DDR (acrónimo en inglés de Direct Digital Radiography). El sistema CR consiste en uno o varios lectores de placas de fósforo, borradores de placa, incorporados o no, una estación de adquisición y programas para su manejo. Estos sistemas permiten crear, editar, asignar y enviar archivos de imágenes a estaciones de visualización DICOM dentro de una red. Por lo general, las imágenes son adquiridas en menos de un minuto. La tecnología DDR, utiliza un proceso de conversión directo, es simple e incluso elegante. La simplicidad del procedimiento de captura directa consiste en la conversión de la energía de rayos X en señales digitales. No hay materiales que emitan luz, pasos intermedios o procesos adicionales. Los fotones de rayos X salen de la anatomía son capturados directamente como señales digitales a través de pequeños detectores. En segundos, las señales digitales aparecen como una imagen en un monitor de alta resolución y está disponible para su transmisión a una estación de trabajo o a una impresora para su visualización. La mayoría de los sistemas "flat panel" (DR) utilizan un proceso indirecto, normalmente es un material brillante (una especie de yoduro de cesio) que es utilizado para la captura de energía rayos X y convertirlo en luz. La energía de la luz, entonces, es convertida a señales electrónicas a través de pequeños diodos (TFD), y capturada para su lectura utilizando transistores de placas (TFT).

9.3.1.2 Modalidad de captura secundaria

Hay varias formas típicas de obtener la imagen digital, pero según las normativas de estandarización de la ACR y la CEN, sólo dos métodos son aceptados.

Digitalizador de placas

Existen tres tecnologías básicas de digitalización de placas:

- **Cámara en un soporte.** Se envía una luz a través de la placa radiográfica, similar a un proyector de transparencias, y es capturado por una cámara. La calidad y el coste de este procedimiento son bajos. En la actualidad, este tipo de procedimiento no es considerado útil para realizar el diagnóstico primario, pero puede ser empleado como sistema de adquisición de imágenes con destino didáctico.
- **Sistema CCD (acrónimo en inglés de Charged Coupled Device).** Se utiliza una luz fluorescente especial para iluminar la placa, y el sistema CCD va recogiendo la información con detectores. Estos sistemas tienen un inconveniente, que es el "bleeding", por superposición de luz diseminada. Sin embargo, los sistemas CCD tienen una longitud de onda dinámica en la que las regiones oscuras quedan mejor iluminadas.
- **Tecnología Láser.** Utiliza luz láser para iluminar la placa y se recoge la información con fotomultiplicadores. No tienen "bleeding", pero a diferencia de los sistemas CCD, no tiene rango dinámico de sensibilidad. Los sistemas láser son más costosos que los CCD, pero ambas tecnologías son comparables en cuanto a resolución. Los dos sistemas Láser y CCD son aceptados por la ACR y la CEN como sistemas de digitalización de radiografías.

Convertidor de señal de consola ("frame grabbers")

Son sistemas para captura y entrega de imágenes médicas desde una consola. Incorporan un avanzado sistema de alta definición y alta velocidad, que permiten obtener imágenes de hasta 1280x1024 a 8 bits por pixel a 60 Hz.

9.3.2 Estandarización

La tecnología PACS se encuentra muy estandarizada en lo referente a los sistemas operativos que utilizan, procesadores, monitores, estaciones del trabajo, y conexiones de red de área local, que es la base tecnológica de los PACS.

La estandarización de la Tecnología PACS significa que los días en que se realizaban implantaciones personalizadas para cada tipo de sistema de imagen digital, Universidad de California-Los Angeles (UCLA), Hospital Hammersmith del Reino Unido, o el Hospital Universitario de Hokkaido, Japón, han pasado a ser historia. Excepto por razones académicas o de investigación, la mayoría de los hospitales implantan sistemas estándares, cuyo mayor beneficio es disminuir al máximo el costo de implantación de un PACS. El estándar DICOM puede ser considerado como una evolución de los PACS en su camino hacia la estandarización.

La disponibilidad de estándares de comunicaciones tiene un doble efecto. Por un lado, disminuir los costos asociados con la integración de sistemas evitando la necesidad de desarrollar costosas interfaces "hechas a medida", y por otra parte, permitir que el usuario seleccione los productos más adecuados a sus preferencias y necesidades entre diferentes proveedores, y aún así, que los mismos trabajen integralmente intercambiando información.

La implantación y difusión de los PACS, se vio durante mucho tiempo afectada por la carencia de una norma internacionalmente aceptada que contemplara las diversas funciones y tipos de datos que pueden encontrarse en la práctica clínica diaria, en el área de radiología. Los fabricantes desarrollaron e integraron en su equipamiento soluciones propietarias que permiten la integración entre productos de la misma marca, pero que impiden el intercambio de datos en un ambiente de sistemas heterogéneos.

El primer paso que se dio después de la primera conferencia internacional sobre PACS, en enero de 1982, en Newport Beach, California, donde el American College of Radiology (ACR) y la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) deciden conformar un comité conjunto para desarrollar un estándar que promoviera la comunicación de imágenes digitales, sin importar a que marca pertenecía el equipo, y que facilitara el desarrollo y expansión de sistemas PACS.

Como resultado se publicaron un par de versiones del estándar denominado ACR/NEMA V1 (ACR/NEMA Standards Publication 300-1985)

y V2 (ACR/NEMA Standards Publication 300-1988). Sin embargo, las limitaciones intrínsecas de ambas especificaciones, la escasa adecuación a las necesidades concretas de los usuarios y al rápido desarrollo tecnológico de las redes de ordenadores, sumado a la aparición de soluciones propietarias, son algunos de los factores que explican la poca difusión y aceptación que tuvieron estas primeras dos versiones del estándar.

Posteriormente, se inició un proceso de rediseño general del estándar, que entre otras cosas permite:

- Su utilización a través de redes de ordenadores, utilizando el conocido protocolo TCP/IP.
- Abarca la mayoría de las modalidades de diagnóstico en que intervienen imágenes.
- Es lo suficientemente flexible como para permitir su evolución y adaptación en el tiempo
- Contempla el intercambio de información con otros sistemas de información hospitalarios.
- Define explícitamente los requerimientos de conformidad que deben cumplir todas aquellas aplicaciones que sostengan ser compatibles con DICOM.

Estas mejoras han sido determinantes para que DICOM se convirtiese en el estándar predominante a escala mundial, y el más ampliamente difundido entre los fabricantes de equipamiento médico por imágenes, relegando a un segundo plano las soluciones propietarias y también a aquellas, que siendo abiertas representaban soluciones parciales o restringidas a dominios particulares.

El estándar, en su mismo texto aclara que si bien DICOM tiene el potencial de facilitar la implantación de soluciones PACS, la utilización por sí sola del estándar no garantiza la interoperabilidad entre sistemas en un ambiente heterogéneo y tampoco asegura que todos los objetivos de funcionalidad de un PACS sean alcanzados.

Se sabe que el estándar DICOM contempla una amplia variedad de servicios (almacenamiento, impresión, consulta, recuperación, etc.), objetos de información (imágenes de distintas modalidades, datos re-

lacionados con el paciente, estudio, etc.), u otros parámetros y opciones relacionados; su universo de elementos representa un nivel de funcionalidad tal que cualquier implantación práctica del estándar deberá seleccionar necesariamente los servicios que ofrezca de un subconjunto del mismo.

El estándar establece que todas las implantaciones deben estar acompañadas por una declaración de conformidad ("Conformance Statement") adecuadamente estructurado. Ésta es una compilación formal de las funciones, servicios y opciones DICOM que están incluidas en una implantación particular. Dicha declaración debe indicar cómo la aplicación se adhiere a los requerimientos de conformidad descritos en las distintas secciones o partes del estándar.

Hoy día, muchos de los fabricantes que se reclaman poseedores de la validación del estándar DICOM, lo son sólo de una parte de la totalidad de las "Clases de Servicios" lo que, en principio, no es poco, ya que todo lo que se oferte deberá cumplir, como mínimo lo siguiente:

- Ser aplicable a un entorno de red utilizando protocolos normalizados tales como OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos) o el muy conocido TCP/IP.
- Deben "reaccionar" (léase interactuar) los dispositivos que declaran en su conformidad a comandos y datos intercambiables.
- Debe identificar, en su caso, inequívocamente cualquier "Objeto de Información". Pero hay que tener en cuenta que no es lo mismo "Objeto de Información" que "Objeto Imagen". El estándar DICOM 3.0 especifica varias definiciones de "objetos de Información" que proporcionan un modelo de datos aplicable a las comunicaciones, tanto de las imágenes sanitarias como de los datos relativos al mundo real, al paciente, a la hora del estudio e incluso al equipo concreto con el que se consigue la imagen.

DICOM representa un esfuerzo de estandarización magnífico cuyo alcance y aplicación ha sobrepasado los límites de la radiología para convertirse en el estándar favorecido para otras disciplinas médicas que también generan y manipulan imágenes tales como endoscopia, odontología y anatomía patológica. Su relevancia, en el ámbito de la imagen médica, no tiene discusión. También, su contribución altamente positiva a la difusión y aceptación de los sistemas PACS.

9.3.3 Transmisión de imágenes

Sabemos que el tiempo de transmisión de las imágenes es directamente proporcional al tamaño del archivo de la imagen digital. Cuanto mayor es la cantidad de información digital en una imagen (es decir, cuanto más grande es la matriz y mayor el número de bits por pixel), más tiempo es necesario para transmitir la imagen de un lugar a otro.

Considerando la estructura del PACS en su forma más amplia, podemos decir que la transmisión de imágenes por medio de las redes de comunicación, es un elemento fundamental de estos sistemas. Esta red de comunicación puede ser simple, del tipo Ethernet. Sin embargo, la red cuenta con varios elementos, con distintas velocidades de acceso, que dependen de las necesidades de velocidad de transferencia de información.

Lo normal es contar con una red de alta velocidad dentro del departamento de imagen, que debería ser FDI o Gbit Ethernet, una red de menor capacidad dentro del Hospital, como Ethernet convencional 10/100 Mbit, y un sistema de acceso exterior, utilizando la red de servicios integrados o canales de mayor velocidad. Este esquema se basa en el hecho de que, la mayor parte del tráfico de información, se encontrará dentro de la misma unidad de imagen, donde se hará la mayor parte del diagnóstico radiológico y se generarán los informes por parte de los especialistas. Esta demanda justifica la instalación de una red de alta velocidad.

Además, a medida que la red digital de imágenes crece (junto con el PACS), crece el tráfico de datos que circula por la misma, llegando incluso a colapsar la red, si ésta no se ha planificado correctamente. En un hospital medio (que produce alrededor de 0.5 Tbytes al año), puede circular por la red de radiología entre 6 y 12 Gbytes diarios, por el resto del hospital entre 1 y 6 Gbytes y en la red externa entre 200 y 500 Mbytes. Esto hace un promedio de 13-25 Gbytes que debe soportar la red durante el día.

La topología de la red condiciona su rendimiento o flexibilidad. Las redes, con arquitectura distribuida, permiten el flujo de datos multidireccional, contando con varios servidores de apoyo y la fácil instalación de nuevos equipos. A su vez, pueden conectarse distintas subredes, permitiendo la escalabilidad de la misma, a medida que se incrementa la demanda de imágenes.

El protocolo de transmisión más utilizado en estas redes de transmisión de imágenes es el TCP/IP, que además, es soportado por DICOM.

Para la planificación de una red se deben conocer las demandas, una vez instalada la red digital en todo el entorno hospitalario, teniendo en cuenta que un estudio para diagnóstico primario, deberá estar en la estación de trabajo diagnóstica en 2 segundos, en una estación de revisión intrahospitalaria en al menos 6-20 segundos, y en una estación remota en un tiempo no mayor a 10-15 minutos.

9.4 Sistemas de gestión

El entorno de un servicio de radiología, como cualquier otro servicio asistencial directo de un hospital, es crítico, y su correcto funcionamiento tiene que estar garantizado. Es por ello que las herramientas que se utilicen en los sistemas de gestión y el software gestor de la base de datos deben ser estables en su funcionamiento.

Sabemos que la red de transmisión es importante, pero no lo es menos el sistema de gestión que sostiene al PACS, cuya funcionalidad reside, específicamente, en las posibilidades de su sistema gestor. En ausencia de un RIS o HIS, toda la información de datos del paciente, datos administrativos, informes, localización de imágenes, etc., es mantenida a través del sistema gestor de base de datos del PACS. Seguridad, integridad de los datos y velocidad de acceso, son atributos claves para el buen funcionamiento del PACS y que dependen, en gran medida, del sistema gestor y de la arquitectura aplicada: Centralizada o Distribuida.

- Ubicación física de las áreas del hospital que requieran de los estudios, la interpretación y el diagnóstico.
- Manejo y archivo de la información requerida.
- Localización final de la información para ser utilizada. Organización de la información al ser almacenada. Consultas posteriores a la información.
- Intercambio de información con otros centros de salud.

Para cubrir todas estas necesidades, se requiere de un conjunto de dispositivos, cuyas responsabilidades son el ofrecer todos los elementos operativos demandados por el área de radiología y áreas dependientes, dentro de un hospital. Estas demandas incluyen: Adquisición de Imágenes, Almacenamiento de Información, Distribución de Imágenes, Vi-

sualización de Imágenes (consulta, interpretación o diagnóstico), Registro de Resultados, Interfaz con Otros Sistemas, Comunicación Remota, Seguridad del Sistema.

En algunos hospitales, la información demográfica y programación de pacientes en el RIS quedan a disposición del PACS, y es usada por éste durante la adquisición de imágenes. Los informes, nuevos datos, o modificaciones se añaden a medida que se generan. La información se puede estructurar para que su consulta sea muy flexible, permitiendo consultar todas las exploraciones de un paciente. El sistema de gestión debe incluir algoritmos inteligentes que permitan adjudicar destinos a los exámenes, para que estos viajen automáticamente a través de la red hacia aquellas estaciones de trabajo donde se encuentre el Radiólogo, que se encarga de informar la modalidad practicada. Utilizando este mismo mecanismo, es posible desarchivar exploraciones previas, cuando los pacientes acuden de nuevo al centro.

El método mejor utilizado en la implantación efectiva de PACS en grandes departamentos, con multimodalidad y subespecialidades, es la creación de listas de trabajo que permiten encaminar las exploraciones al puesto de trabajo del radiólogo asignado al área o sección del departamento. La información que define cada lista de trabajo, estará formada por un código que permite identificar las imágenes que cada radiólogo solicita y que, a su vez, aparecerán en su estación de trabajo, permitiendo realizar el informe con facilidad.

9.5 Central de archivo

Los sistemas de almacenamiento de imágenes deben seguir una estructura jerárquica, que dependerá de la probabilidad de demanda de la imagen. En general, las imágenes más recientes se consultan con mucha frecuencia posterior a su adquisición, y su frecuencia de consulta, disminuye rápidamente con el tiempo.

Una estructura jerárquica, que divide el almacenamiento de imágenes, en almacenamiento a corto plazo y a largo plazo, es la forma más conveniente de utilización que permite un alto rendimiento y velocidad de acceso a la información requerida.

Esta estructura jerárquica, a su vez se divide en tres niveles: Imágenes de acceso directo, imágenes de acceso indirecto (todas almace-

nadas en archivo a corto plazo) e imágenes de acceso más lento ("off-line"), almacenadas en sistemas a largo plazo, por lo general, en dispositivos magneto-ópticos.

- Nivel acceso inmediato: Exploraciones sometidas a visualización, informe diagnóstico o procesamiento. Requieren de alta velocidad de transferencia y, por lo general, tiene baja seguridad y elevado coste.
- Nivel acceso indirecto: Exploraciones activas de los últimos días (7-15 días), como archivo inmediato y, por lo general, se revisan en estaciones de trabajo del hospital (estaciones de trabajo de revisión y comparación). Es un archivo de acceso en varios segundos (6-20 segundos), alta velocidad de transferencia y seguridad media.
- Nivel acceso a largo plazo: Es un archivo pasivo, de lento acceso, puede ser de varios minutos, con alto volumen de almacenamiento y elevada seguridad, bajo coste y larga duración.

El almacenamiento a corto plazo ("on-line") tiene las siguientes características:

- Varias decenas de Gbytes. El espacio suficiente para acceder a las imágenes en un período no menor a 15 días.
- Capacidad de transferencia de más 30 estudios por minuto. Recuerde que un estudio pueden ser dos radiografías digitales de tórax, un examen de TC con 25 imágenes o un examen de RM con 60 imágenes (alrededor de 30-40 Mbytes).

El almacenamiento a largo plazo ("off-line") debe cumplir:

- Capacidad de varios Tbytes, incluso decenas de Tbytes. El volumen suficiente para que se puedan almacenar las imágenes el tiempo requerido por las normativas ACR y CEN para las imágenes almacenadas (5-7 años).
- Posibilidad del empleo de robots o "jukeboxes", si el volumen de información almacenado así lo requiere. No es lo mismo un hospital que produzca alrededor de 200 Gbytes/año, u otro hospital que produzca un volumen de varios Tbytes/año.

La compresión de imágenes se puede emplear para multiplicar el espacio en el disco, y para reducir el tiempo de transferencia. Se pueden emplear los siguientes criterios:

- Compresión reversible, sin pérdida, con tasas de 2 o 3:1, para imágenes de referencia o de almacenamiento a corto plazo.
- Poder utilizar, compresión irreversible con tasas mayores para almacenamiento a largo plazo. De todas formas, sin no es necesaria la compresión irreversible, no es recomendable utilizarla.

Con esta estructura se obtendrán las siguientes ventajas:

■ Accesibilidad

- Adquisición y manejo estándar de las imágenes.
- Estaciones de trabajo localizadas donde se necesitan.
- Imágenes disponibles siempre.

■ Visualización múltiple

- Visualización de una misma imagen en distintos lugares al mismo tiempo (Radiología, Urgencias, Quirófano, UCI).
- Visualización en una misma estación de trabajo de más de un estudio de diferentes modalidades.
- Acceso a información adicional (Conexión con el RIS y HIS).
- Disponibilidad con diferentes resoluciones según la necesidad.
- Disminución del tiempo de espera (generalmente en un factor de 10).

■ Facilidad de Almacenamiento

- Formatos estándar para todas las imágenes.
- Agrupamiento de la manera más conveniente (Por patología, por órganos, por paciente, etc.).

■ Seguridad

- Reducción al mínimo del riesgo de pérdida de los archivos.
- Acceso restringido a la información, si se desea asegurar la privacidad de los datos.
- Disminución de la exposición del paciente a radiaciones ionizantes (evita estudios duplicados, rescate de imágenes "malas" por medio del procesamiento digital de las mismas).

■ Economía

- Reducción de los costos (espacio físico, personal, productos químicos, placas, etc.).
- Incremento en la velocidad de obtención de datos relevantes.
- Aprovechamiento de la información disponible, pero nunca antes empleada.
- Mejoría de la atención médica sin incrementar costos.
- Empleo de Bases de Datos
- Seguimiento de pacientes a largo plazo.
- Comparación entre poblaciones.
- Comparación entre procedimientos terapéuticos.
- Comparación con imágenes "típicas".
- Enlace entre diferentes sistemas de información hospitalaria.

9.6 Consulta de imágenes

Las estaciones de diagnóstico y visualización son elementos importantes en un sistema PACS. Mediante estos elementos, la información llega a los radiólogos para su informe diagnóstico, y después a todos aquellos especialistas que requieren de dichos informes e imágenes. Estas estaciones de trabajo, reproducen, de alguna manera, el modelo de los negatoscopios, y su aceptación depende sobre todo de la calidad visual que presentan, junto con la facilidad de uso.

En una red de un PACS, deberán existir diferentes tipos de estaciones de trabajo, cada una de las cuales, tiene sus funciones:

- **Estación Diagnóstica (DWS):** La más importante y, por supuesto, la más cara de todas es la estación de diagnóstico. Por lo general, son estaciones de trabajo que se encuentran dentro del servicio de radiología, aunque pueden existir estaciones diagnósticas remotas, cuando se tienen servicios ubicados física y geográficamente separados. Por ejemplo, una estación diagnóstica podrá estar ubicada en Urgencias o en la UCI, incluso en otra institución conectada por vía telefónica al PACS (Telerradiología). La característica principal de estas estaciones de trabajo es la calidad de los monitores y el número de monitores utilizados. Como norma, están diseñadas con 2 o 4 monitores de alta resolución, pudiendo tener monitores de 25", monocromos, con resolución de 2560 x 3172 y 4096 niveles de gris. Sin embargo, dentro de las estaciones de diagnóstico, podremos encontrar pequeñas diferencias. Existen algunas estaciones de trabajo en las que solamente serán informados los estudios de matrices pequeñas, como estudios de TC, US, MN, etc., sus monitores pueden ser de pantalla plana de 21" y con resolución de hasta 2048 x 1860 pixels a 32 bits de color. De todas formas, en ambas situaciones, se deben incorporar todas las funciones básicas de procesamiento de imágenes establecidas por los estándares ACR, para poder realizar correctamente el informe diagnóstico. Es deseable, además, que dichas estaciones incorporen la posibilidad de informes orales, traducción automática de audio, reporte escrito y despliegue de otros tipos de información en tiempo real, todo bajo una interfase amable para el usuario.
- **Estaciones de Revisión (RWS):** Son estaciones de trabajo que están disponibles en los servicios de radiología, generalmente en aquellos que poseen sistemas de Radiología Computada o Digitalización de Radiografías (CR, DR, FD). La función principal de este tipo de estación de trabajo es la captura de las imágenes digitales, su procesamiento primario, marcado y envío a los sistemas de archivo para que puedan ser informadas. Por lo general, son de menor costo que las de Diagnóstico, y pueden tener uno o dos monitores monocromos de alta resolución desde 1200 x 1600 (19" y 4096 niveles de gris), hasta 2048 x 2500 (21" y 4096 niveles de gris). Estas estaciones de trabajo, pueden servir en determinadas circunstancias como estaciones diagnósticas, por lo que deben poseer las mismas características que las anteriores. Un ejemplo típico es una estación de captura de un sistema CR con placas de fósforo. Las funciones básicas deben

estar disponibles en ambos tipos de estaciones, mientras que las funciones más avanzadas de procesamiento de imagen, deben incluirse en las estaciones de diagnóstico. La diferencia en la disponibilidad de estas funciones obedece al hecho de que, las estaciones de revisión no alteran las características fundamentales de las imágenes y sirven para mejorar el despliegue (presentación) de las mismas, mientras que las otras, las estaciones de diagnóstico, serán manejadas por expertos, que podrán generar nuevas imágenes con realce que, a su vez, estarán disponibles en los archivos radiológicos y que servirán para complementar la información previamente existente.

- **Estaciones de Transcripción de Informes (TWS):** Son pequeñas estaciones de trabajo, cuya finalidad principal es la transcripción de los informes hablados por los radiólogos. En dicha estación de trabajo se tendrá acceso al sistema de gestión que rige al PACS, y a su vez, se intercomunica con el sistema RIS para el envío de informes a dicho sistema.
- **Estaciones de Consulta Remota (WWS):** Son estaciones de visualización de imágenes e informes radiológicos. Estas se encuentran, por lo general, ubicadas fuera de los servicios de radiología. Son estaciones de trabajo para ser utilizadas en servicios del hospital que requieran del despliegue de imágenes médicas (UCI, Quirófanos, Traumatología, Radioterapia, Odontología, etc.).
- **Tienen las características de ser estaciones de trabajo que, por lo general, utilizan monitores a color de alta resolución (uno o dos), y que pueden visualizar más de un estudio al mismo tiempo. También, sus sistemas de tratamiento de imágenes suelen tener herramientas especializadas, según el tipo de usuario y el lugar de ubicación. Un ejemplo típico puede ser una estación de consulta ubicada en quirófanos para la planificación neuroquirúrgica. Estas estaciones de trabajo pueden estar ubicadas remotamente, y conectadas al sistema PACS por medio de la red telefónica.**

De todas formas, en las tres estaciones de trabajo (DWS, RWS y WWS), sus sistemas de tratamiento de imágenes médicas, deben poseer las siguientes herramientas mínimas de trabajo:

- **Acceso a las imágenes del paciente.**
- **Acceso a la información del paciente, considerada relevante para el informe médico y la consulta de imágenes (vía con-**

xión con el RIS o el HIS del hospital, o algún otro sistema de base de datos que contenga dicha información).

- Manejo de diferentes modalidades de imágenes médicas.
- Posibilidad de mecanismos de interpretación y diagnóstico de los estudios realizados. En el caso de las estaciones de consultas, solamente podrán agregar anotaciones al informe radiológico.
- Acceso a la organización de la información almacenada a corto y largo plazo.
- Intercambio de información entre dos estaciones de trabajo de la misma red.

El software de visualización deberá permitir:

- Visualización médica multimodal y despliegue multimonitor (simulación de negatoscopios).
- Manipulación de ventanas y niveles de color.
- Manipulación 2D de las imágenes, rotación, espejo, etc. Operadores de Zoom. Operadores de filtrado (disminución de ruido, suavizado, resaltado de bordes, etc).
- Estadísticas sobre las imágenes local y global en niveles de colores o paletas para definir Regiones o Volúmenes de Interés (ROI, VOI).
- Anotaciones sobre las imágenes (Puntos, Líneas, Distancias, Ángulos, Textos).
- Presentación de series en el tiempo (si es requerido).
- Procesamiento avanzado de imágenes: Reconstrucciones multiplanares, navegación con multicursores, representación tridimensional y planos múltiples con o sin renderización de superficies.

9.7 Impresión

En el ideal de un sistema PACS bien planificado e implantado con toda su red de apoyo de distribución de imágenes digitales, no se re-

quiere impresión de radiografías. En la vida real se ha demostrado que, incluso, en las mejores implantaciones de PACS, es necesario imprimir aproximadamente el 15% de los estudios de radiología. Es por ello, que las estaciones de trabajo deben poder ordenar la impresión de copias sobre película cuando sea necesario. Algunas de las causas son bien conocidas: traslado del paciente a otro centro, utilización en sesiones científicas (cada vez menos, con la aparición de los Vídeo Proyectoras Digitales de alta definición) y, por último, los médicos que siempre desean disponer de copias en placa. Para la obtención de copias sobre soporte sensible (placas radiográficas) o papel, será necesario disponer, al menos, de una terminal de impresión. Esta terminal de impresión, permitirá realizar copias de radiografías y copias en papel. Lo normal, es tener impresoras estándares para copia de informes en papel, y las impresoras especializadas (pueden ser Impresoras Secas "DryPrinter" o impresoras térmicas).

Estos equipos permiten la presentación en multiformato de imágenes procedentes de distintas fuentes digitales (TC, RM, DIVAS, MN), y la presentación en formato real de gran tamaño (35x43 cm.). La resolución espacial de las copias obtenidas es muy elevada (hasta 4000x5000 puntos), con 4096 niveles de gris. En la conexión con los equipos PACS, se puede optar por ceder las tareas de formateo de las imágenes a la impresora o, por el contrario, enviar las imágenes ya compuestas en la estación de trabajo del PACS. Esta última opción puede abaratar el coste de las impresoras, y es factible con los equipos informáticos actuales. Las impresoras pueden conectarse a través de una estación de trabajo o del servidor, pero también, pueden estar conectadas directamente a la red. Esta última solución permite imprimir rápidamente desde cualquier estación del PACS.

9.8 Filosofía de DICOM 3.0

El DICOM 3.0 como estándar de comunicación de imágenes médicas, predominantemente en radiología, utiliza un conjunto de normas encaminadas a establecer intercambio de información; que se realiza a partir de un modelo de objetos que describen el mundo real (pacientes, imagen, etc.) que forma el dato radiológico y la forma en que están interconectados. Por ello se plantea que DICOM es un estándar "orientado a objetos". Una entidad del mundo real como, un paciente, una visita, una imagen, etc. es modelada como un objeto. Cada objeto tiene su serie de atributos, por ejemplo, el objeto paciente contendrá los atributos de sus datos demográficos, fecha de hospitalización, etc.

UNIDAD 10: OBJETIVOS, VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA TELERRADIOLÓGÍA Y TRABAJO RADIOLÓGICO EN RED

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 10.1 Telerradiología en telemedicina
- 10.2 Objetivos
- 10.3 Ventajas
- 10.4 Inconvenientes

El intercambio eficiente de información entre los profesionales sanitarios puede ahorrar tiempo y dinero, además de mejorar la efectividad clínica, la continuidad y calidad de la atención en todas las especialidades; así como la gestión de servicios y, por lo tanto, la información se está convirtiendo en el componente principal de cualquier entorno profesional que quiera seguir siendo competitivo.

La Radiología y el Diagnóstico por la imagen no se encuentran aislados en esta revolución de las Tecnologías de la Información. La efectividad y la eficiencia que han demostrado los servicios Telemáticos, permite justificar la utilización de estas tecnologías. La Telerradiología, como instancia predominante de la Telemedicina, tiene particular importancia debido a la utilización de las imágenes médicas por diferentes especialidades.

10.1 Telerradiología en telemedicina

Se puede definir Telemedicina como el uso de las redes electrónicas de comunicación para transmitir información y datos relacionados con el diagnóstico y tratamiento de patología médica.

Desde el punto de vista técnico, el término Telemedicina es aplicado con dos significados diferentes. Uno es el significado amplio de utilización

de las telecomunicaciones en la Sanidad, relacionado con las aplicaciones de base de datos de pacientes, utilización de redes intrahospitalarias para la transmisión de datos (lo que se conoce como Sistemas de Información Hospitalaria (HIS) que facilitan el almacenamiento, recuperación y distribución de la información entre distintos lugares, o en el mismo lugar; incluyendo la Historia Clínica Informatizada, que permite integrar toda la información y datos personales del paciente, dentro una base de datos única) y su conexión con otras instituciones.

El otro, es la utilización específica de las telecomunicaciones para asistir al conocimiento médico, la educación y la consulta de datos entre lugares diferentes. Cuando hablamos de conocimiento médico en este entorno, nos basamos en la información de referencia que tanto los profesionales sanitarios, como los pacientes utilizan para la toma de decisiones en atención sanitaria.

Debido a la gran variedad de significados y aplicaciones de la Telemedicina en la era moderna, sus aplicaciones se han agrupado de muy diversas formas. Una de ellas puede ser por ejemplo, en estas tres categorías:

■ Servicios de consultas clínicas (Teleconsulta)

- Las consultas telemédicas permiten, que los profesionales sanitarios situados en un lugar distinto al del paciente, puedan participar directamente en el proceso de atención sanitaria.

■ Educación médica e información

- Parte de la telemedicina consiste en educación médica a distancia, y una función relacionada a esta, es la de proporcionar información médica en un formato electrónico a los profesionales sanitarios, a los pacientes y que pueda ayudarles en la toma de decisiones.

■ Aplicaciones automáticas de registros

- Son sistemas informatizados que permiten almacenar, recuperar y analizar en un ordenador la información sobre la historia del paciente.

La Telerradiología abarca estos tres campos. La disponibilidad de transmisión de imágenes permite realizar el informe a distancia (Teleconsulta), permite utilizar dichas radiografías para la consulta y discusión

entre varios médicos (TeleEducación), y por último, para que las dos acciones anteriores sean posibles será necesario almacenar dicha información de imágenes y registros de informes y pacientes (TeleRegistro).

La Telerradiología, como servicio Telemático, tiene valor añadido al estar configurada sobre la base de una infraestructura de telecomunicaciones que soporta diferente información tecnológica y aplicaciones. El objetivo principal de la Telerradiología es suministrar el diagnóstico de los procedimientos de imagen a diferentes niveles de soporte técnico.

Desde este punto de vista, y según el Comité Europeo de Recomendaciones y Estándares, en los aspectos Informáticos para el Diagnóstico por la Imagen, "la Telerradiología es más que el simple método de comunicación para realizar el diagnóstico de las imágenes radiológicas, es el primer paso relevante para mover la información médica entre las diferentes instancias de una red amplia de comunicación". Más que una nueva definición, este artículo considera que los avances tecnológicos implantados mediante la Telerradiología, dan paso a la utilización de varios servicios Telemáticos que requieren de los mismos soportes técnicos y de la infraestructura en telecomunicaciones. La Telerradiología es considerada, en el contexto general, como la forma de integrar la red telemática de salud regionalmente, enfatizando en el papel que juega esta interacción para la formación de otras redes telemáticas.

El sistema de información responsable de la adquisición, almacenamiento, comunicación, presentación y manipulación de las imágenes médicas, y los datos relativos a los pacientes, constituyen un importante componente de todo el sistema integrado de información hospitalaria. La Telerradiología, al extenderse en forma de departamentos virtuales de diagnóstico por la imagen, permite también extender el resto de los servicios Telemáticos a otras zonas o regiones, pudiendo ser el motor impulsor de los mecanismos de integración de toda una red virtual de servicios Telemáticos. De esta forma, se puede crear, en interés de lograr una buena relación costo-efectividad, una triple interconexión entre los sistemas HIS y RIS instalados en muchos centros de salud con todas las aplicaciones Telemáticas.

Los servicios básicos que soportan a la Red Integral de Servicios Telerradiológicos (RIST) incluyen: Telediagnóstico, teleconsulta, telemonitorización y telegestión. Otro de los servicios que provee la RIST, es el acceso a sistemas informáticos de alto rendimiento, con el objetivo de dar facilidades al análisis intensivo de imágenes y a la utilización de sistemas de base de datos asociados, que poseen material educacional de incalculable valor.

La justificación del desarrollo y el costo de la implantación de los servicios de Telerradiología en el sistema de salud está dada por:

- El diagnóstico médico es cada vez más dependiente de los resultados de imagen y de laboratorio, que de los hallazgos clínicos. Así, aproximadamente el 75% de los pacientes admitidos en los hospitales requieren del examen diagnóstico previo.
- Las nuevas modalidades de diagnóstico por la imagen requieren de personal médico especializado para guiar la adquisición y producir el informe diagnóstico primario. El progreso científico y tecnológico incrementa la complejidad y el número de parámetros a partir de los cuales se puede llegar al diagnóstico. La intercomunicación entre diferentes especialistas permite llegar de forma rápida a un diagnóstico claro y preciso, e incluso ser aplicado a modalidades terapéuticas. Por ello, la utilización de los medios de teleconferencia y teleconsulta puede convertirse en una práctica cotidiana.
- La tecnología se desarrolla rápidamente, reduciendo el capital y el costo operacional de los equipos de diagnóstico requeridos en los sistemas médicos.
- El estilo de vida moderno requiere, de forma inmediata, el soporte médico para incrementar la calidad en áreas donde la atención de salud es pobre, debido a la escasa existencia de población, o en zonas en las que, en determinadas épocas del año, el turismo provoca un aumento de la densidad de población, etc. La preocupación de proveer una atención sanitaria continuada a poblaciones desplazadas o en aumento, se ha convertido en una necesidad no solo a nivel regional, sino nacional e internacional.

Los servicios que ofrece la Telerradiología están soportados por una estructura en capas. Las tres capas que componen estos servicios son: Infraestructura, Aplicaciones y Servicios.

La capa superior corresponde a los servicios reales que proporciona la Telerradiología, tales como el Telediagnóstico, la Telemonitoreización, la Teleconsulta, la Teleadministración, y otros servicios de valor añadido. La segunda capa consta de todas las aplicaciones sobre sistemas de cómputo, que proporcionan las comunicaciones necesarias, y el medio para el funcionamiento cooperativo de los servicios de Telerradiología. Tales aplicaciones incluyen sistemas de visualiza-

ción multimedia (ejemplo: Teleconferencia), análisis de la imagen interactivo y visualización 2D y 3D de las imágenes, herramientas para manejo de base de datos de imágenes y pacientes, y otra variedad de aplicaciones que proporcionan información a otras ramas del ámbito médico. La capa inferior corresponde al hardware e infraestructura del software, que apoya las aplicaciones precedentes, y consiste en los equipos de imagen médica, las telecomunicaciones para conectar una red de computadoras, herramientas para el manejo de red y otros recursos. Los adelantos tecnológicos en Telerradiología están directamente relacionados con las aplicaciones y capas de la infraestructura.

10.2 Objetivos

Según el Colegio de Radiólogos Americanos (ACR) y el Observatorio Europeo de la Telemática para la Salud (EHTO), los objetivos de la Telerradiología son:

- Proveer servicios radiológicos de consulta e interpretación, en áreas donde existe una probada necesidad.
- Disponer de los servicios de un radiólogo en aquellos centros médicos donde este especialista no esté presente
- Disponer de los informes de las imágenes radiológicas en tiempos prudenciales para casos de emergencia.
- Facilitar interpretaciones radiológicas en situaciones de guardia.
- Proporcionar el soporte radiológico necesario al especialista cuando este lo requiera.
- Promocionar las oportunidades de formación para los radiólogos en activo.
- Promover la eficiencia y la mejora de la calidad.
- Enviar los estudios interpretados a los proveedores de las imágenes.
- Soportar Telemedicina.
- Realizar supervisión directa en los sitios donde se realizan los estudios.

- La Telerradiología es una tecnología en desarrollo y por lo tanto aparecerán nuevos objetivos.

10.3 Ventajas

La Telerradiología es un ejemplo de aplicación Telemédica que se entiende clara y ágilmente cuando está disponible. Sin embargo, la práctica de la radiología es diferente de una comunidad a otra, incluso de un Hospital a otro aunque estos sean vecinos.

Los beneficios de la Telerradiología han sido demostrados a través de múltiples proyectos y estudios realizados en Estados Unidos, Japón, Canadá, Alemania, Gran Bretaña, etc. Muchos de estos estudios han sido publicados en Internet por Órganos Oficiales o en Páginas de Grupos Acreditados.

El común denominador de los estudios realizados radica en que, la Telerradiología es la aplicación telemática de mayor madurez y la que mayor aporte social y económico ofrece. Un sistema de Telerradiología estructurado según los estándares actuales (ACR, CEN y JIRA) puede, no sólo beneficiar al departamento de radiología, sino que, puede cubrir otras muchas especialidades médicas como urgencias, traumatología, neurocirugía, etc.

Además, el soporte de comunicación y almacenamiento de imágenes e informes puede servir de base para sistemas de tele dermatología, teleoncología, teleestomatología, etc.

Lo que no ofrece ninguna duda es la importancia de las aplicaciones telemáticas de la Telerradiología y sus derivados en "Consultas clínicas entre especialistas" para llevar los servicios especializados a otros centros médicos.

La teleconferencia, la teleconmutación y la telemedicina son subconjuntos de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, y como tal, la Telerradiología y todas sus aplicaciones son un subconjunto de la telemedicina. En el amplio sentido del concepto de Telerradiología- "transmisión de imágenes radiológicas de un sitio a otro para informes médicos o interconsultas"- se engloban muchas aplicaciones de la actualidad.

En medicina, imagen es una matriz bidimensional, que presenta un paciente o una parte del paciente, pudiendo ser también una foto o una imagen digital de TV. El objeto puede ser el resultado del cálculo

de la atenuación de los rayos X en los tejidos (TC), o el resultado de cálculos de dimensiones físicas especializadas (SPECT, RM, etc.).

En definitiva, la imagen médica es la imagen utilizada en medicina, que incluye, fotografías, imágenes de TV o vídeo, o provenientes de equipamiento de diagnóstico especializado. La imagen digital es la imagen almacenada en forma matricial, donde cada pixel de esa matriz tiene un valor determinado, que puede ser representado con diferentes tonos de gris o brillantez, para su representación en un monitor.

La mayoría de los estudios realizados coinciden en que la Telerradiología y todas sus aplicaciones, favorecen de manera óptima la reutilización de los recursos hospitalarios, principalmente en áreas rurales, donde la posibilidad de contratar un especialista es menor, y el coste más elevado.

Por otra parte, el contar con un servicio de Telerradiología de diagnóstico primario durante las 24 horas que ofrezca servicios a zonas rurales, disminuye considerablemente los costes sanitarios, puesto que los costes de ingreso en un hospital rural son menores que los costes en una institución hospitalaria de una gran ciudad.

Otro de los beneficios de la Telerradiología, es la formación continuada a distancia. Especialistas en Resonancia magnética, ecografía, TAC, y todo tipo de estudios especializados de radiología es más frecuente encontrarlo en grandes instituciones. Por tanto, aquellos especialistas que se encuentren en contacto directo, a través de Telerradiología, con dichos centros se pueden sostener de la experiencia de los colectivos médicos de las grandes instituciones.

En conclusión, el servicio de Telerradiología comunitario supone hoy día un incremento de la calidad de servicio médico. A pesar de los costes iniciales en el montaje y puesta a punto de las redes de Telerradiología, las aplicaciones derivadas de dicha implantación permiten rápidamente recuperar la inversión y lograr ahorros.

Los sistemas de Telerradiología permiten:

■ Interpretación primaria

Es la primera función de la Telerradiología. Un centro remoto de Telerradiología con especialistas las 24 horas, puede cubrir gran número de centros periféricos urbanos y grandes zonas rurales para realizar con efectividad el diagnóstico primario de imágenes radiológicas.

■ Telerradiología Interinstitucional

- A nivel nacional, varios centros pueden centralizar los servicios de Telerradiología con otras instituciones y realizar intercambios lógicos de teleinformes primarios. Esta estrategia disminuye de forma razonable los costes de la implantación de la Telerradiología. Además, permite una cobertura completa durante todo el año para todas las instituciones con posibilidades de conectarse a la red.

■ Consultas remotas a especialistas

- La Telerradiología permite obtener una segunda opinión de otros especialistas. Esta segunda opinión tiene un valor alto añadido en la valoración de los controles de calidad de sistemas de Telerradiología.

■ Formación y educación

- La Telerradiología es utilizada también para la formación continuada. La presentación de informes, la discusión de casos, la posibilidad de consultas a base de datos de imágenes seleccionadas, la utilización de la teleconferencia para cursos de radiología a distancia con efectividad y bajo coste.

■ Otras posibilidades de la Telerradiología:

- Transmisión de audio, vídeo e imágenes fijas.
- Mejoras en la calidad de la atención sanitaria en zonas rurales y comunidades limítrofes, ayudando a superar el aislamiento del médico rural al vincularlo a centros médicos urbanos.
- Atención a domicilio.
- Supervisión de pacientes en la comunidad y continuidad de sus cuidados.
- Reducción de costes de contratación de radiólogos y otros médicos.
- Disminución de los traslados de las personas de áreas rurales para acceder a cuidados especializados, con la consecuente reducción de costes.

10.4 Inconvenientes

A pesar de todas las ventajas que ofrece el correcto funcionamiento de una red de Telerradiología y servicios colaterales, existen barreras que ofrecen resistencia para la implantación de la misma:

- Alto costo inicial de implantación de la infraestructura y hardware. Realmente, con el imparable avance de la informática y las telecomunicaciones, toda la infraestructura necesaria, es cada vez más económica.
- Pobre diseño de muchos sistemas. Perfil limitado. Con un correcto planteamiento de cómo y en que forma se debe realizar la implantación de los sistemas de Telerradiología, se pueden crear diseños eficaces de largo alcance.
- Costo excesivo de líneas telefónicas con gran ancho de banda.
- Gran preocupación de los especialistas por la confidencialidad.
- Regulaciones y normativas legales aún sin establecer.
- Fidelidad de la imagen y el contexto.
- Desconfianza y miedo a las tecnologías nuevas.
- Ruptura de la rutina oficial normal.
- Preocupación por la formación de recursos humanos.
- Resistencia a la responsabilidad por aumento del número de pacientes.
- Dificultad en la evaluación del costo y la calidad de cuidado.
- Dificultad en determinar el valor añadido de la Telerradiología.

UNIDAD 11: COMPONENTES Y ESTRUCTURA DE LA TELERRADIOLOGÍA Y TRABAJO RADIOLÓGICO EN RED

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 11.1 Introducción
- 11.2 Componentes
- 11.3 Usuarios
- 11.4 Seguridad de los sistemas
 - 11.4.1 La seguridad física
 - 11.4.2 Control de Accesos
 - 11.4.3 Encriptación
 - 11.4.4 Autenticación y firmas electrónicas

11.1 Introducción

Según diversos autores, los primeros intentos de Telerradiología se realizaron en el año 1959 en Montreal (Canadá), con la transmisión de estudios de fluoroscopia. A partir de entonces, varios proyectos de Telerradiología se llevaron adelante, pero no fue, hasta mediados de los años 80, que comenzó un verdadero crecimiento en esta área. Como resultado de ello, en el año 1994, el Colegio Americano de Radiología (ACR), publicó las primeras normativas sobre los sistemas de Telerradiología. Estas normativas que periódicamente define y publica la ACR, permiten llevar adelante la práctica radiológica, ayudan al desarrollo tecnológico de la radiología y, además, sirven para mejorar la calidad del servicio a los pacientes. La norma en cuestión publicada bajo el título "ACR Standard for teleradiology" ha sido revisada en el año 1996, y a final de 1998, quedando activa esta última revisión a partir de Enero de 1999. Esta norma define las metas, la calificación de personal y pautas del equipamiento a utilizar; así como el personal autorizado, sus obligaciones, normas de comunicación y de control de calidad.

11.2 Componentes

Toda la infraestructura necesaria para llevar a cabo un servicio de Telerradiología deberá estar compuesta por los equipos de imagen médica, las estaciones de trabajo, la red de telecomunicación, las herramientas para manejo de redes y otros recursos. En general, es aceptado que la infraestructura de Telerradiología incluya sistemas responsables del almacenamiento temporal y el manejo de datos multimedia.

Para empezar diremos que un sistema de Telerradiología está constituido por tres componentes principales:

- Sistemas de captura y envío de imágenes.
- Redes de transmisión.
- Sistemas de recepción e interpretación de las imágenes.

Sistema de Telerradiología simplificado

Primero la imagen es convertida o capturada en un formato digital, que puede ser DICOM 3.0 (Estándar Homologado por ACR, CEN 251-EHTO y JIRA) o transferida a dicho formato. Se transmite utilizando líneas regulares de teléfono, líneas digitales, ATM, T1, T3 o ADSL.

Generalmente, las imágenes son comprimidas antes de ser enviadas. Esta compresión, llamada compresión "lossless" (sin pérdida), debe tener tasas de compresión no mayor de 2 o 3:1 para no perder nada de ellas. Sabemos, que una vez pasada esta tasa de compresión, se producen pérdidas de información, independientemente de la técnica utilizada. El ACR, establece y recomienda como norma que, el diagnóstico primario debe realizarse sobre imágenes no comprimida o que solamente se les haya aplicado algoritmos de compresión sin pérdida.

Cuando las imágenes son recibidas en la estación receptora, estas son descomprimidas y colocadas en sistemas de archivo, desde los cuales pueden ser visualizadas con la aplicación existente en la estación receptora y así proceder al diagnóstico de los estudios recibidos.

La Estación Emisora deberá estar compuesta por:

- Sistema de Adquisición de imágenes.
- Dispositivo de conexión a la red de transmisión.

La Estación Receptora deberá estar compuesta por:

- Dispositivo de conexión a la red de transmisión.
- Sistema de almacenamiento.
- Sistema de visualización e informes.
- De forma opcional poseer un sistema de impresión.

11.3 Usuarios

Los usuarios potenciales de una Red de Telerradiología (RT) son:

- Radiólogos remotos
 - Las imágenes de un paciente pueden ser transmitidas desde el centro de radiología hasta el radiólogo remoto (que pudiera estar incluso en su casa) para la realización de un informe inmediato. La segunda opinión especializada de radiólogos remotos es también utilizada con frecuencia en una red centralizada de Telerradiología.
- Médicos en el Hospital
 - Las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) requieren de informes de imágenes radiológicas urgentes en horas en que, por lo general, no se encuentra disponible el colectivo de radiólogos. En este caso, la intercomunicación entre el radiólogo remoto y el colectivo de la UCI proporciona los informes o las consultas necesarias de las imágenes de los pacientes.
- Atención primaria y médicos rurales
 - Son los principales beneficiarios de la RT. El primer objetivo de la Telerradiología es "ofrecer servicios de consulta e interpretación en áreas de mayor necesidad". La atención primaria en áreas rurales puede acceder al diagnóstico primario radiológico, al conectarse a una RT. Las imágenes realizadas en los centros de atención primaria pueden ser enviadas a radiólogos remotos y obtener de inmediato el informe médico de un especialista.

- Otros médicos o radiólogos que requieren de una segunda opinión o de consultas especializadas de radiología
 - En centros donde existen servicios de 24 horas con radiólogos especializados pueden emitirse, mediante la RT, informes secundarios de radiología o realizar interconsultas con aquellos especialistas médicos que lo requieran. En este caso, la opinión de un experto puede agilizar el diagnóstico y el tratamiento de pacientes en situaciones extremas.

11.4 Seguridad de los sistemas

Los sistemas de Telerradiología, deben tener protocolos de seguridad, tanto para las redes, como para la utilización de los sistemas (software), con la finalidad de proteger la confidencialidad de los datos de los pacientes. Por otra parte, los sistemas deben estar provistos de protocolos que resguarden la integridad de los datos y eviten la corrupción intencionada de los mismos.

La seguridad y privacidad de los sistemas informáticos está subdividida en: Seguridad física de la información, control de accesos a la información, control de redes locales privadas, autenticación y encriptación de los datos en firmas electrónicas.

11.4.1 La seguridad física

Es la parte fundamental del programa de seguridad. Incluye dos aspectos, la seguridad física propiamente dicha y la seguridad lógica. La seguridad lógica, se refiere a los sistemas de software y controles automáticos. La seguridad física, se refiere a sistemas de puertas, llaves, sensores y cercos eléctricos, que debe tener en cuenta, no solo a los intrusos, sino extender la seguridad hacia otras causas medioambientales como fuego, agua, caída de tensión eléctrica, calor y de ser posibles desastres naturales.

11.4.2 Control de Accesos

Después de cubrir los aspectos de seguridad física, se debe revisar el sistema de control de acceso a la información almacenada y a los sistemas de transmisión. Se deberán tener múltiples capas de control de acceso. Un Gerente, por ejemplo, podrá tener acceso a la informa-

ción financiera, pero no a la información médica confidencial. Otras personas, podrán tener acceso a las cuestiones administrativas, agendas de turnos, etc., pero no podrán tener acceso a los datos de pacientes. Los diferentes niveles de acceso, deberán estar bien definidos por el centro y controlado por las autoridades locales o del país donde se implante el sistema. Los accesos pueden estar controlados por identificadores y claves de acceso, controles de retina, voz o firma digital. También, por sistemas electrónicos de control.

11.4.3 Encriptación

La encriptación es una forma de encubrir los datos bajos algoritmos matemáticos bien definidos. Independientemente de los identificadores y las claves de acceso, los sistemas encriptación tienen la particularidad de que requieren de un software especializado para esa función o de llaves de desencriptación, que pueden ser físicas (hardware). Dentro de una red de Telerradiología, tanto el emisor, como el receptor, poseen los mismos códigos de encriptación/desencriptación, agilizando la tarea de la comunicación de los datos, imágenes, informes, etc.

11.4.4 Autenticación y firmas electrónicas

El esquema de autenticación es una forma de verificar si el mensaje o informe enviado no ha sido modificado durante y después de su transferencia. Sirve para verificar, que dicho mensaje o informe, pertenece a determinado especialista. La firma electrónica puede acabar con gran cantidad de falsificaciones y fraudes que ocurren dentro de las redes, principalmente cuando se utiliza Internet. No se debe confundir la firma electrónica con la encriptación de los contenidos. En estos momentos existe una fuerte tendencia a definir la firma electrónica y los medios para que sea efectiva en sistemas telemédicos. Actualmente, es posible integrar los sistemas telemédicos con sistemas de seguridad establecidos por comités de estandarización.

UNIDAD 12: CONTROL DE CALIDAD

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 12.1 Introducción
- 12.2 Calificación del personal
 - 12.2.1 Médico Especialista
 - 12.2.2 Técnico
 - 12.2.3 Físico-médico
 - 12.2.4 Especialista en sistemas o redes
- 12.3 Cuestiones médico-legales
 - 12.3.1 Seguridad de los datos informáticos
 - 12.3.2 Telerradiología en Internet
 - 12.3.3 Telerradiología desde el extranjero
 - 12.3.4 Retención de historias
 - 12.3.5 Acuerdos a nivel de servicios
 - 12.3.6 Autorizaciones, credenciales y obligatoriedad

12.1 Introducción

La política y los procedimientos relacionados con el control de calidad en Telerradiología, han sido desarrollados en primer lugar por la ACR y ampliados por la CEN/TC 251.

Los sistemas de Telerradiología deben tener toda la documentación de los procedimientos de control de calidad realizados a cada una de las partes que componen el sistema (los monitores, los sistemas de ad-

quisición, digitalización, compresión, transmisión y archivos). El programa de control de calidad está designado para maximizar la calidad y el acceso a la información diagnóstica.

El control de calidad en Telerradiología está directamente relacionado con el ideal de la Telerradiología:

- Alta resolución
- No-compresión de imágenes
- Altos niveles de transmisión con el adecuado ancho de banda

En la práctica, para poder optimizar la transmisión, se requiere disminuir la resolución de las imágenes, mayores matrices significa mayor tiempo de transmisión. Por otra parte, la compresión de imágenes con tasas mayores de 3:1 provoca pérdidas en las imágenes. Imágenes con poca resolución espacial no permite visualizar pequeños detalles o anomalías. Consecuentemente, si la imagen radiológica no tiene la suficiente calidad, incluso especialistas experimentados pueden no realizar un diagnóstico correcto, empeorando la calidad de la Telerradiología.

Los sistemas que cumplen con los estándares ACR y que se acercan a la Telerradiología ideal, son por lo general sistemas con un nivel de costo elevado. Líneas digitales de gran ancho de banda y monitores de alta resolución, son dos de los aspectos que encarecen dichos sistemas.

Asegurar la calidad y la realización de dichos controles debería ser un proceso rutinario. La información almacenada debe estar disponible para casos de emergencia. La calidad del servicio debe estar avalada por un diagnóstico correcto y rápido de las imágenes radiológicas.

Esto adquiere su máxima importancia, en pacientes de áreas remotas, donde la Telerradiología es el único soporte de interpretación de las imágenes. También, es importante que mediante la red de Telerradiología, el hospital reciba un aviso inmediato sobre el posible tratamiento, incluso antes de que el paciente llegue al centro asistencial. La utilización de la Telerradiología no reduce las responsabilidades por el manejo y la vigilancia médica en radiología. Haciendo un control de calidad correcto se logra más de un 95% de coincidencia diagnóstica entre imágenes radiológicas "in situ" y las mismas imágenes digitalizadas y enviadas a distancia.

En conclusión, el control de calidad, es buscar, cual es la forma viable de diagnóstico, según las normativas establecidas por la ACR y la CEN, para que se cumplan los requisitos legales, éticos y económicos de su implantación, partiendo de que la calidad de la imagen y el diagnóstico es lo primero.

12.2 Calificación del personal

12.2.1 Médico Especialista

El médico especialista debe estar familiarizado con la tecnología básica de Telerradiología, sus ventajas y desventajas, y debe conocer la utilización del equipo de Telerradiología.

El examen radiológico, desde el centro emisor, debe ser ejecutado por personal calificado y entrenado en los exámenes que realice. En la mayoría de los casos, esto significa, que ha de ser un médico, debidamente autorizado, y/o un técnico del departamento de radiología, debidamente acreditado para tal función.

Este técnico debe encontrarse bajo la supervisión oficial de un médico. La interpretación oficial de las imágenes debe realizarla un médico que cumpla los siguientes requisitos:

- Poseer documentación sobre formación en diagnóstico radiológico y comprensión de la tecnología de Telerradiología, el equipamiento necesario para obtener imágenes diagnósticas y sobre el proceso de obtención de la imagen digital. El médico que realiza la interpretación, debe conocer los principios de protección radiológica, los riesgos de exposición a la radiación, tanto del paciente, como del personal de radiología y los requisitos de supervisión de pacientes y personal.
- Tener conocimiento de la utilidad de las técnicas de diagnóstico por imagen tales como ecografía, tomografía computerizada, medicina nuclear, resonancia magnética, angiografía y otros procedimientos especializados, para cumplir con el rol del consultante e interpretar las imágenes de Telerradiología.
- Ha de tener calificación apropiada demostrada antes de recibir una modalidad de imágenes diagnósticas por Telerradiología.
- Ha de tener un entrenamiento y formación adecuada según las normativas del país o región en cuestión.

12.2.2 Técnico

El técnico debe:

Estar especializado para operar y dirigir adecuadamente el sistema de Telerradiología.

Tener posibilidad de estar en contacto con los físicos médicos, los ingenieros y los especialistas de sistema de comunicación, o especialistas de los sistemas de tratamiento de la imagen.

12.2.3 Físico-médico

Un Físico Médico Cualificado es competente para trabajar en una o más ramas de la física médica. La ACR recomienda que los individuos estén acreditados por la rama apropiada de la American Board of Radiology u Organismos Nacionales similares. Las ramas de la física médica son Física de la Radiología Terapéutica, Física del Diagnóstico Radiológico, Física de las Técnicas de Medicina Nuclear y Física Radiológica. Un físico médico certificado, debe haber recibido, según las normativas de la ACR, una formación continuada en estas ramas.

12.2.4 Especialista en sistemas o redes

Para el mantenimiento de toda la red de Telerradiología, es necesaria la presencia de un especialista en sistemas y/o redes, que esté familiarizado con el manejo de imágenes médicas. Este especialista deberá estar cualificado para manejar y evaluar los sistemas de Telerradiología.

12.3 Cuestiones médico-legales

En las aplicaciones telemáticas se plantean problemas tales como:

- Intimidad y confidencialidad.
- Responsabilidad profesional.
- Estándares éticos.
- Temas legales.

Los organismos internacionales y estatales trabajan para llegar a obtener un marco legal que se ajuste a la realidad. Sin embargo, debe considerarse, que puede pasar cuando un informe "provisional" se envía adjuntado a la imagen y resulta ser incorrecto. O que ocurre cuando la información que se recupera es vulnerable a corrupción o contaminación por virus. Es importante que exista la máxima seguridad con respecto a este tipo de información. Para evitar estos problemas y muchos otros, se desarrollan protocolos y estándares que protegen la confidencialidad de cualquier información médica privada.

12.3.1 Seguridad de los datos informáticos

Este área se refiere a los datos soportados por el ordenador de un hospital. Y se puede convertir en un área de preocupación, cuando estos datos se transmiten entre hospitales o entre naciones.

12.3.2 Telerradiología en Internet

La utilización de información telerradiológica no debería necesitar de legislación adicional, pero si deberían seguirse ciertas directrices. En la práctica, un sistema de correo o un sistema de almacenamiento de radiografías puede ser penetrado con más facilidad que un ordenador. Es más seguro, transmitir los datos vía Internet, siempre y cuando se garantice, que los datos de identificación del paciente y datos demográficos han sido eliminados y que se ha desarrollado un método alternativo de identificar los datos por imagen. Antes de utilizar ningún sistema, hay que verificar que este sistema es seguro.

12.3.3 Telerradiología desde el extranjero

Si se reciben imágenes radiológicas desde el extranjero y se precisa de un informe, es vital asegurarse una adecuada protección por ambas partes. El radiólogo debe asegurarse de que su defensa está cubierta por la organización para la que trabaja y que ésta acepta la responsabilidad de la gestión médica.

12.3.4 Retención de historias

Los informes de radiología no digitales están siendo destruidos progresivamente según los informes electrónicos van tomando terreno. En

el futuro las radiografías solicitadas se iniciaran de forma electrónica. Mientras tanto, es importante considerar si el papel solicitado debería guardarse o digitalizarse en sistemas PACS, RIS o HIS. En el caso de tener que guardar los datos por un periodo largo de tiempo, la cuestión de la lectura de historias o datos previos deberá considerarse si el sistema tiene que ser actualizado.

12.3.5 Acuerdos a nivel de servicios

Cuando un departamento u hospital entra en un acuerdo, para proporcionar servicios de Telerradiología, es necesario generar guías estrictas: protocolos escritos para la seguridad de su práctica y cubrir los siguientes temas:

Disponibilidad de radiólogo en la estación receptora, velocidad de entrega del informe y a quien hay que enviarlo.

Precisión de los datos recibidos, incluyendo el grado de comprensión y/o resolución de datos comparándolos con el original.

Velocidad de comunicación entre las estaciones emisora y receptora.

Responsabilidad por la retención y el archivo de historias e informes, así como por la duración de la retención de historias.

Consistencia y frecuencia del control de calidad. Auditoria del servicio de Telerradiología.

Seguridad de la información de rastreo, conformidad con la legislación sobre seguridad y confidencialidad

Presencia de un contrato de mantenimiento.

Cambio de los planes de trabajo del radiólogo y de sus recursos, que refleje los niveles extras de actividad secundarios a la Telerradiología.

12.3.6 Autorizaciones, credenciales y obligatoriedad

Una interpretación o informe oficial de las imágenes teletransmitidas, es un reporte escrito o hablado, que se adjunta a la historia clínica

del paciente o a los registros de paciente, en caso de que la historia clínica no exista en el lugar del informe.

El especialista que realiza el informe, es el máximo responsable de la calidad de las imágenes por él recibidas para la interpretación. De no ser así, deberá pedir nuevas imágenes o realizar una consulta secundaria a otro médico autorizado. Sólo se comenzará con la realización de informes a distancia, una vez comprobado que todo el sistema cumple los estándares de control de calidad expuestos por la ACR y la CEN/TC 251, según la ISO 9001.

Las imágenes y el informe realizado por el especialista, no pueden ser borrados ni alterados de sistema de almacenamiento. Estas imágenes y dicho informe y todas sus posteriores recomendaciones, no deben ser borrados del sistema durante el tiempo establecido entre la unidad receptora y la unidad remota emisora, o según normativas establecidas por las autoridades regionales, municipales o nacionales, según cada caso.

UNIDAD 13: EL TRABAJO RADIOLÓGICO EN RED

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 13.1 Telerradiología y PACS
 - 13.1.1 Sistemas de información de salud
 - 13.1.2 Evolución de las Estaciones de Trabajo
- 13.2 Internet y telerradiología

13.1 Telerradiología y PACS

13.1.1 Sistemas de información de salud

Las entidades HIS y RIS son sistemas de información Hospitalario y Radiológico respectivamente, donde el HIS, entre sus eslabones, contempla el sistema de administración del hospital y el sistema de información clínica. Por otra parte, el RIS apoya a la información radiológica en la interpretación, generación y archivado de informes de los estudios realizados, la preparación de sistemas de agendas para turnos y las listas de trabajo, sin embargo, el HIS se encarga de la facturación de los estudios realizados. En el tercer extremo, el PACS se encarga de capturar, transmitir, visualizar y archivar toda la información de imágenes generada, además de atender a la seguridad de la Intranet de distribución.

Debe existir un flujo de trabajo coherente entre estas tres entidades, dentro del cual, entra la Telerradiología, como una extensión de los sistemas PACS y RIS.

El trío RIS, PACS y Telerradiología, utiliza el estándar DICOM como agente que proporciona la interconectividad entre sus diferentes componentes y como sistema abierto para aceptar cualquier tipo de imagen digital generada.

El HIS, utiliza la norma HL7 (Nivel de Salud 7), que es un protocolo

de comunicación estándar para datos electrónicos y el intercambio de información entre diferentes sistemas de salud. Al igual que DICOM, el HL7, se utiliza para transferir información entre dos entidades. Mientras que los componentes de la norma HL7 definen quien es el paciente, su historia clínica, sus datos demográficos y administrativos, etc., los componentes DICOM definen cuales son las imágenes digitales que están disponibles en el sistema para ese paciente.

13.1.2 Evolución de las Estaciones de Trabajo

La Telerradiología y los PACS, han evolucionado muchísimo en los últimos años, fruto de muchas coincidencias tecnológicas: Los PC son cada vez más rápidos, las tecnologías de redes han demostrado ser efectivas, las telecomunicaciones han avanzado mucho en el campo de la transmisión digital, el estándar DICOM parece que es aceptado por todos y por último el imparable avance de Internet. Todos estos factores han llevado a dos ramas diferentes con un mismo objetivo a confluir y hoy es casi imposible separar un sistema PACS de un sistema de Telerradiología.

Esta evolución se ha visto, también, en las estaciones de trabajo. Podemos decir que tenemos tres tipos de estaciones de trabajo:

- Las estaciones de trabajo para diagnóstico primario.
- Las estaciones de trabajo para revisión secundaria.
- Las estaciones de trabajo terciarias de bajo costo.

En ambas modalidades del tratamiento de imágenes radiológicas, estas estaciones de trabajo están presentes.

Los efectos de esta evolución se extienden más allá de la sección de radiología. Los médicos de las UCI ya no tienen que desplazarse a los servicios de radiología, para revisar "in situ" las radiografías recién reveladas, las pueden recibir en la estación de trabajo de la UCI, incluso, antes que el paciente regrese del equipo de TC o RM. Los especialistas en urgencias, pueden acceder a los informes de radiología al cabo de varios minutos y no esperar hasta una hora para que lleguen las radiografías a su consulta. Un paciente, estudiado a distancia, puede ser transferido a un servicio quirúrgico de urgencia, de una ciudad a otra, con todas las indicaciones previas realizadas. La actual generación de estaciones de trabajo de los sistemas PACS y Telerradiología refuerzan la productividad, no solo de los radiólogos, sino del médico que puede dedicar más tiempo al cuidado del paciente.

La estación para diagnóstico primario, es una extensión del PACS, cuando se encuentra en lugar remoto. Estas estaciones pueden leer y recibir imágenes del sistema PACS instalado y a su vez pueden enviar informes a estos. La ventaja es que estas estaciones de trabajo remotas, pueden tener en cuenta, el flujo de trabajo típico o característico de dicho radiólogo y, como resultado, el flujo de información es más homogéneo, ágil y permite la instalación de soluciones flexibles para que la lectura/escritura sea más rápida. En el otro extremo, las estaciones de trabajo locales de los PACS pueden realizar consultas "on line" con las estaciones remotas de Telerradiología y predefinir los protocolos y configuraciones para cada radiólogo, con la posibilidad de visualizar múltiples estudios simultáneamente de diferentes modalidades y la manipulación de los mismos a nivel individual.

La estación de revisión secundaria, que fue concebida como puesto de trabajo remoto para otros especialistas como por ejemplo: UCI, Traumatología, Quirófano, etc., se ha conectado de forma inseparable a los PACS. Si hasta hace poco, se consideraba una estación remota como parte de un sistema de Telerradiología, hoy día es parte integrante de los PACS. Muchas herramientas avanzadas, que típicamente eran reservadas para los radiólogos, hoy día se encuentran en estas estaciones de trabajo, permitiendo a los médicos navegar a través de los estudios e incluso procesar imágenes durante el acto quirúrgico. Estos puestos de trabajo son rápidos, fáciles de utilizar y proporcionan un acceso fiable a los estudios radiológicos e informes. En áreas críticas, estos puestos de trabajo, pueden reducir el tráfico de personal dentro de la sección de radiología y en el hospital.

La estación de trabajo de bajo costo (terciaria), es quizás, el eslabón perdido dentro de la mayoría de las instalaciones de PACS y sistemas de Telerradiología. Estos puestos de trabajo proporcionan la distribución económica de imágenes digitales e informes a cualquier médico, dentro de la red hospitalaria o telefónica, si este tiene acceso a dicha red. Internet facilita la distribución de estos datos, mientras que proporciona una infraestructura existente, que reduce la inversión inicial requerida. Para la mayoría de los médicos es más importante, el acceso rápido al informe, que visualizar la imagen en detalle. Los médicos en las estaciones de trabajo primarias y secundarias, pueden hacer referencias y anotaciones en las imágenes, que pueden ser recogidas, por estos puestos de trabajo económicos, en tiempo real. Casi cualquier PC moderno puede condicionarse para funcionar como un puesto de trabajo terciario.

13.2 Internet y telerradiología

La Telerradiología es la modalidad más extendida de la Telemedicina. Hay un gran volumen de transferencia de imágenes entre entidades y el avance de las posibilidades que brinda Internet, se ha ido integrando, por un lado, el PACS a los protocolos TCP/IP para transmisión de imágenes a través de Internet y, por otra parte, las estaciones remotas de Telerradiología se ha sumado a esta red TCP/IP. Como resultado de estos cambios profundos, han terminado fundiéndose, las estaciones de Telerradiología al entorno del PACS y la utilización de la red Internet para transmisión de imágenes.

Así, es casi imposible separar una estación Remota de Telerradiología de un sistema PACS, más bien son extensiones del propio PACS.

La modernización hospitalaria necesaria, para llevar adelante el conjunto PACS/Telerradiología, debe asumir un reto: debe modificarse la organización de las actividades desde un esquema estructurado en torno a los servicios médicos de especialidades, hacia un modelo que, apoyándose en lo más tradicional (el conocimiento especializado médico), supiera combinar estos conocimientos diversos en una forma interdisciplinar e interprofesional, configurando unidades organizativas nuevas basadas en los procesos asistenciales.

Por lo general para que en un sistema PACS/Telerradiología apoyado en tecnología Internet, el flujo de trabajo sea eficiente, el mismo debe parecerse al guión de un sistema de Telerradiología Perfecto:

- El Técnico realiza en examen "in situ", digitaliza y/o adquiere la imagen y la envía.
- En pantalla las imágenes digitalizadas se etiquetan y son enviadas al servidor.
- Cuando se determine, las imágenes son encriptadas, comprimidas y enviadas al especialista remoto. Esto se realiza con el simple clic del ratón en la estación de revisión del sistema PACS.
- Los datos clínicos del paciente necesarios acompañan a la imagen en formato digital.
- La transmisión real de imágenes, que no requieren reportes en "tiempo real", se realiza de forma automática, generalmente en horas de menor congestión de las líneas telefónicas.

- En la unidad receptora, las imágenes se congregan automáticamente en carpetas por pacientes, que podrían incluir otros estudios anteriores.
- En el programa de la estación de diagnóstico los estudios se colocan en tablas de forma automática, según preferencias del radiólogo: por casos, fecha, diagnóstico, etc.
- Entonces y sólo entonces, el radiólogo es avisado mediante mensajes en pantalla o por medio sonoro, que las imágenes han llegado y que están listas para la interpretación.
- En dicha estación de diagnóstico, pueden estudiarse las imágenes al igual que se realiza en el PACS.
- Al terminar, el radiólogo dicta la interpretación, quizás a un sistema del reconocimiento de voz.
- El informe dictado puede ser revisado o inspeccionado para valorar su exactitud, y entonces puede enviarse automáticamente por la misma vía al médico u hospital emisor del estudio.
- Para completar el ciclo, los estudios se almacenan en un sistema de almacenamiento de corto plazo, para que después, puedan ser enviados a sistemas de almacenamiento de largo plazo según los períodos de tiempo especificados.
- Todo este proceso se puede realizar en formato DICOM 3.0, así el radiólogo podrá remitir una imagen, a cualquier otro lugar del planeta para su discusión diagnóstica o recibir indicaciones y anotaciones.

UNIDAD 14: PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 14.1 Introducción
- 14.2 Definiciones
- 14.3 Obligaciones generales del empresario
- 14.4 Vigilancia de la salud
- 14.5 Obligaciones en materia de información y formación
- 14.6 Disposiciones mínimas de seguridad en los puestos con equipos de PVD
 - 14.6.1 Factores y elementos básicos que deben considerarse en el diseño
 - 14.6.2 El equipo de trabajo
 - 14.6.3 Equipo
 - 14.6.4 Entorno
 - 14.6.5 Interconexión ordenador/persona

14.1 Introducción

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz. Según el artículo 6 de la misma serán las normas reglamentarias las que irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Así, son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar que de la utilización de los equipos que incluyen pantallas de vi-

sualización por los trabajadores no se deriven riesgos para la seguridad y salud de los mismos.

En el mismo sentido hay que tener en cuenta que en el ámbito de la Unión Europea se han fijado mediante las correspondientes Directivas criterios de carácter general sobre las acciones en materia de seguridad y salud en los centros de trabajo, así como criterios específicos referidos a medidas de protección contra accidentes y situaciones de riesgo. Concretamente, la Directiva 90/270/CEE, de 29 de mayo, establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas al trabajo con equipos que incluyan pantallas de visualización. Mediante el presente Real Decreto se procede a la transposición al Derecho español del contenido de la Directiva 90/270/CEE, antes mencionada.

El Real Decreto 488/1997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de equipos que incluyan pantallas de visualización.

14.2 Definiciones

Pantalla de visualización: una pantalla alfanumérica o gráfica, independientemente del método de representación visual utilizado.

Puesto de trabajo: el constituido por un equipo con pantalla de visualización provisto, en su caso, de un teclado o dispositivo de adquisición de datos, de un programa para la interconexión persona/máquina, de accesorios ofimáticos y de un asiento y mesa o superficie de trabajo, así como el entorno laboral inmediato.

Trabajador: cualquier trabajador que habitualmente y durante una parte relevante de su trabajo normal utilice un equipo con pantalla de visualización.

14.3 Obligaciones generales del empresario.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que la utilización por los trabajadores de equipos con pantallas de visualización no suponga riesgos para su seguridad o salud o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo.

El empresario deberá evaluar los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo en cuenta en particular los posibles ries-

gos para la vista y los problemas físicos y de carga mental, así como el posible efecto añadido o combinado de los mismos.

La evaluación se realizará tomando en consideración las características propias del puesto de trabajo y las exigencias de la tarea y entre éstas, especialmente, las siguientes:

- El tiempo promedio de utilización diaria del equipo.
- El tiempo máximo de atención continua a la pantalla requerido por la tarea habitual.
- El grado de atención que exija dicha tarea.

Si la evaluación pone de manifiesto que la utilización por los trabajadores de equipos con pantallas de visualización supone o puede suponer un riesgo para su seguridad o salud, el empresario adoptará las medidas técnicas u organizativas necesarias para eliminar o reducir el riesgo al mínimo posible. En particular, deberá reducir la duración máxima del trabajo continuado en pantalla, organizando la actividad diaria de forma que esta tarea se alterne con otras o estableciendo las pausas necesarias cuando la alternancia de tareas no sea posible o no baste para disminuir el riesgo suficientemente.

14.4 Vigilancia de la salud.

El empresario garantizará el derecho de los trabajadores a una vigilancia adecuada de su salud, teniendo en cuenta en particular los riesgos para la vista y los problemas físicos y de carga mental, el posible efecto añadido o combinado de los mismos, y la eventual patología acompañante. Tal vigilancia será realizada por personal sanitario competente y según determinen las autoridades sanitarias en las pautas y protocolos que se elaboren, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 37 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención. Dicha vigilancia deberá ofrecerse a los trabajadores en las siguientes ocasiones:

- Antes de comenzar a trabajar con una pantalla de visualización.
- Posteriormente, con una periodicidad ajustada al nivel de riesgo a juicio del médico responsable.

Cuando aparezcan trastornos que pudieran deberse a este tipo de trabajo.

Cuando los resultados de la vigilancia de la salud lo hiciesen necesario, los trabajadores tendrán derecho a un reconocimiento oftalmológico.

El empresario proporcionará gratuitamente a los trabajadores dispositivos correctores especiales para la protección de la vista adecuados al trabajo con el equipo de que se trate, si los resultados de la vigilancia de la salud a que se refieren los apartados anteriores demuestran su necesidad y no pueden utilizarse dispositivos correctores normales.

14.5 Obligaciones en materia de información y formación.

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos que incluyan pantallas de visualización, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

El empresario deberá informar a los trabajadores sobre todos los aspectos relacionados con la seguridad y la salud en su puesto de trabajo y sobre las medidas llevadas a cabo.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación adecuada sobre las modalidades de uso de los equipos con pantallas de visualización, antes de comenzar este tipo de trabajo y cada vez que la organización del puesto de trabajo se modifique de manera apreciable.

14.6 Disposiciones mínimas de seguridad en los puestos con equipos de PVD

14.6.1 Factores y elementos básicos que deben considerarse en el diseño

Son aquellos aspectos y elementos de trabajo que, si no reúnen las condiciones ergonómicas adecuadas, son susceptibles de favorecer

la aparición de alteraciones, principalmente osteomusculares, visuales o relacionadas con la fatiga mental, en la salud de las personas que trabajan con PVD. Los aspectos que se han de tener en consideración en los puestos equipados con pantallas de visualización son: el equipo informático, el mobiliario del puesto, el medio ambiente físico y la interfaz persona/ordenador. Hay que tener igualmente en cuenta la organización del trabajo.

Los elementos de los que se pueden derivar los riesgos están relacionados

EL EQUIPO DE TRABAJO	EL ENTORNO DE TRABAJO	LA ORGANIZACIÓN DE TRABAJO
Pantalla Filtros Soporte de monitor Teclado y otros dispositivos de entrada de datos Reposamuñecas Mesa o superficie de trabajo Documentos Portadocumentos o atril Asiento Cableado Equipos portátiles Postura de trabajo	Espacio Iluminación Reflejos y deslumbramientos Ruido Vibraciones Condiciones termohigrométricas Emisiones electromagnéticas Interconexión ordenador-persona	Elementos materiales Consulta y participación de los trabajadores Formación e información de los trabajadores Desarrollo del trabajo diario Pausas y cambios de actividad

El diseño ergonómico deberá conseguir que los distintos elementos del sistema formen un todo coherente, considerando la interacción entre individuo y entorno en su totalidad. El objetivo es proyectar un sistema que tenga en cuenta las capacidades y las limitaciones del ser humano, atendiendo tanto a factores físicos (antropometría, biomecánica) como mentales (capacidad perceptiva, de procesamiento de información, toma de decisiones...).

La norma UNE 81-425-91: "Principios ergonómicos a considerar en el proyecto de los sistemas de trabajo" (ISO 6385-1981) dice, en el apartado "campos de aplicación", que: los principios ergonómicos que se especifican en esta norma europea se aplican al proyecto de las condiciones de trabajo óptimas en relación con el bienestar de la persona,

su salud y a su seguridad, teniendo en cuenta la eficiencia tecnológica y económica y, así mismo, define lo que es "sistema de trabajo" como el sistema que comprende la combinación de personas y medios de trabajo, actuando en conjunto sobre el proceso de trabajo, para llevar a cabo una actividad laboral, en un espacio de trabajo, sometidos a un determinado ambiente de trabajo y bajo unas condiciones impuestas por la tarea a desempeñar.

14.6.2 El equipo de trabajo

A la hora de diseñar el puesto de trabajo se debe considerar la variabilidad de las dimensiones antropométricas de los posibles usuarios. Para el trabajo en posición sentado, debe habilitarse el suficiente espacio para alojar los miembros inferiores y para permitir los cambios de postura en el transcurso de la actividad. Las medidas del espacio para los miembros inferiores (dependerá de las medidas antropométricas) serán de un mínimo de 60 cm de ancho por 65/70 de profundidad.

Hay que tener en cuenta también en cuanto al acceso y la ubicación del puesto, que debe existir suficiente espacio para permitir al usuario el acceso al mismo sin dificultad, así como para que pueda tomar asiento y levantarse con facilidad. En la disposición de los puestos se debe tener en cuenta la organización de la actividad, la interacción de los grupos, las necesidades de comunicación y lo relativo a los planes de emergencia.

Recomendaciones generales

Al estar ante un equipo de trabajo de PVD, a efectos preventivos y de confort, es preciso tener en cuenta una serie de aspectos de carácter general:

- Es necesario formar a los usuarios sobre el buen uso, desde el punto de vista ergonómico, del equipo de trabajo.
- Las condiciones que determinan una adecuada visión deben ser óptimas para el tipo de tarea que se realiza, en materiales, disposición, cantidad y calidad. Así, las luminarias deben estar en línea con el puesto de trabajo, las ventanas deben quedar fuera del campo visual, las luminarias se recomiendan con fluorescentes y con rejilla, la pintura y decoración de la sala debe ser clara y mate, etc.

- Es preciso situar el equipo en el centro de la zona de confort del campo visual, sin que esto obstaculice el contacto visual con los clientes u otras personas necesarias en la relación de trabajo.
- Debe distribuirse el puesto de una forma racional, con los cables del equipo ocultos bajo regletas, con longitudes adecuadas, con suficientes tomas de luz, etc.
- Si se utilizan diferentes equipos de trabajo, es recomendable situarlos a la misma distancia. No obstante, se debe emplazar el equipo que más se utilice en la zona de confort de alcance. Esta zona de confort se define como aquella área barrida por ambas manos sin cambiar de postura.
- Siempre hay que considerar la lateralidad del sujeto, si es zurdo o diestro, a efectos de diseño del equipo y colocación de material de trabajo.
- La postura correcta debe ser compatible con la utilización de diferentes equipos de trabajo.
- Es conveniente que los colores presentes en el equipo y entorno inmediato sean armónicos.
- La luminancia de los diferentes equipos de trabajo debe homogeneizarse, de forma que no existan grandes diferencias.

14.6.3 Equipo

Observación general: La utilización en sí misma del equipo no debe ser una fuente de riesgo para los trabajadores.

Pantalla.

- Los caracteres de la pantalla deberán estar bien definidos y configurados de forma clara, y tener una dimensión suficiente, disponiendo de un espacio adecuado entre los caracteres y los renglones.
- La imagen de la pantalla deberá ser estable, sin fenómenos de destellos, centelleos u otras formas de inestabilidad.

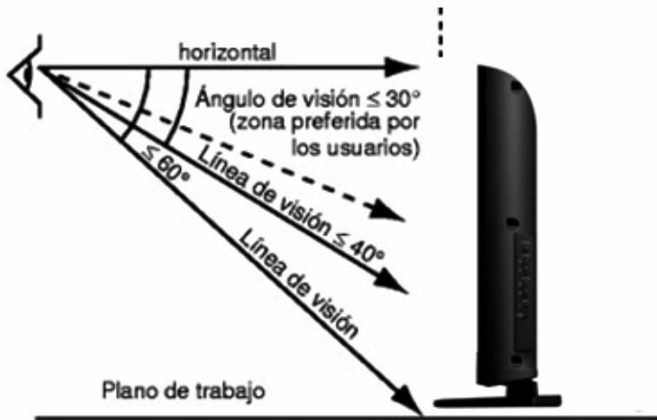
El usuario de terminales con pantalla deberá poder ajustar fácilmente la luminosidad y el contraste entre los caracteres y el fondo de la pantalla, y adaptarlos fácilmente a las condiciones del entorno.

La pantalla deberá ser orientable e inclinable a voluntad, con facilidad para adaptarse a las necesidades del usuario.

Podrá utilizarse un pedestal independiente o una mesa regulable para la pantalla.

La pantalla no deberá tener reflejos ni reverberaciones que puedan molestar al usuario.

Resulta importante destacar que la pantalla se ha de colocar de forma que las áreas de trabajo que hayan de ser visualizadas de manera continua tengan un "ángulo de la línea de visión" comprendido entre la horizontal y 60° por debajo de la misma. No obstante, la zona preferida por los usuarios, según diversos estudios, se sitúa entre la línea de visión horizontal (ángulo de 0°) y un ángulo de 30° . Además, cualquier pantalla debe de ser legible desde cualquier ángulo de visión, al menos hasta 40° desde la normal a la superficie de pantalla, medido en cualquier plano de la misma, siendo el óptimo 0°



Teclado.

Este elemento deberá permitir al trabajador localizar y usar las teclas con rapidez y precisión, sin que le genere molestias o discomfort. Además, debe permitir la movilidad e independencia respecto al resto del equipo, y es necesario posibilitar su reubicación conforme a los cam-

bios de tarea o de postura del usuario. Asimismo, algunas características del teclado, como su altura, grosor e inclinación pueden influir en la adopción de posturas incorrectas y originar trastornos en los usuarios. Para prevenir estos riesgos, el diseño del teclado debe cumplir una serie de requisitos, descritos en la normativa técnica. La utilización continuada del teclado ha demostrado que puede ser causa de patología osteomuscular, como por ejemplo la tendinitis, la tenosinovitis o el síndrome del túnel carpiano. El correcto diseño y la colocación del teclado, conjuntamente con el establecimiento de pausas y la reducción en los ritmos de trabajo, parecen reducir estas alteraciones.

Una variable que está en continua investigación es el papel que puede jugar el diseño del teclado. Existen en el mercado algunos diseños novedosos que suelen perseguir la reducción en las alteraciones músculo-esqueléticas debido a la postura forzada del segmento mano muñeca (tienen como objetivo conseguir una postura natural) y al movimiento y la fuerza de los dedos y la prevención de alteraciones consecuentes como síndrome de túnel carpiano, tendinitis u otras.

A pesar de que se presentan como alternativas ergonómicas y aunque existen algunos estudios, la falta de evidencia hace que sea difícil todavía confirmar los beneficios de cada uno de los diseños propuestos. Algunos teclados pueden ser adecuados para algunas personas, en algunos puestos, pero no puede generalizarse que un diseño determinado sea más adecuado bajo cualquier circunstancia.

El más extendido es el teclado partido. En algún estudio sobre algunos nuevos diseños de teclados alternativos se ha llegado a la conclusión de que, una vez superado el periodo de adaptación, la mayoría de los usuarios prefiere este tipo de teclado a los tradicionales, alegando que permite una postura más cómoda y que reduce las molestias. La mayor parte de los usuarios aprende con rapidez a utilizarlos; una vez pasado un breve periodo en el que se reduce la rapidez y la precisión, en general, en muy pocos días se recupera el rendimiento habitual. El aprendizaje, lógicamente, puede costar algo más en personas con mayor experiencia cuyos movimientos se realizan de manera más automatizada.

Una utilidad de los teclados alternativos es la posibilidad de desarrollo de aplicaciones específicas que ofrezcan a las personas con discapacidad la posibilidad de comunicación o de integración al mundo laboral aumentando su participación en la sociedad y su grado de independencia. Actualmente existen diseños alternativos como solución al problema de accesibilidad a los ordenadores. La selección del dispositivo adecuado depende de las posibilidades de movimiento del usuario.

Existen en el mercado: teclados más amplios para personas con capacidad de precisión reducida o de menor tamaño para personas con limitaciones en el movimiento; teclados para utilizar con una sola mano; teclados visuales, utilización de punteros, etc.

Características del teclado:

- El teclado deberá ser inclinable e independiente de la pantalla para permitir que el trabajador adopte una postura cómoda que no provoque cansancio en los brazos o las manos.
- Tendrá que haber espacio suficiente delante del teclado para que el usuario pueda apoyar los brazos y las manos.
- La superficie del teclado deberá ser mate para evitar los reflejos.
- La disposición del teclado y las características de las teclas deberán tender a facilitar su utilización.
- Los símbolos de las teclas deberán resaltar suficientemente y ser legibles desde la posición normal de trabajo.

Mesa o superficie de trabajo.

Una de las preguntas más frecuentes es cuál es la medida recomendada para una mesa de ordenador. Se hace muy difícil establecer recomendaciones al respecto, ya que la superficie de trabajo dependerá de las tareas que deban realizarse y, sobre todo, de los elementos que sea necesario disponer en ella. Las medidas han de ser tales que permitan que el equipo de trabajo se pueda colocar correctamente. Para tareas generales de oficina, las medidas aproximadas mínimas de la superficie, pueden ser de 80 cm por 120 cm. Puede ser necesaria una anchura algo mayor a fin de asegurar que entre el teclado y el borde libre de la mesa quede una distancia de 5 a 10 cm., actuando así ese espacio de reposamanos.

Es importante tener en cuenta la altura de la mesa con relación a la altura de la silla y de las personas usuarias: el conjunto ha de permitir la realización del trabajo facilitando el cambio postural, a partir de la postura de referencia. Para ello es recomendable que la mesa tenga una altura ajustable. Si se dispone de tableros ajustables en altura, el rango de regulación debe situarse entre el percentil 5 femenino y el 95 masculino de la población de posibles usuarios/as. Para aquellas personas que estén fuera de dichos límites, puede ser necesario recurrir a la adaptación individualizada.

En el caso de usar una bandeja ajustable de teclado, ésta deberá cumplir los siguientes criterios: posibilidad de ajuste y regulación a las medidas antropométricas de los usuarios, adaptación al cambio de postura (de pie y sentado), adaptabilidad al mobiliario o equipo de trabajo y movilidad del usuario. Esta bandeja, teniendo en cuenta criterios de diseño (Norma ISO 9241-5) como son el ajuste, el cambio de postura, la adaptabilidad y la movilidad, permite:

- Situar el teclado y el ratón a una altura y en una posición más adecuada a las características antropométricas del trabajador; facilitando el apoyo de los pies sobre el suelo.
- Trabajar de pie o sentado, fomentando así el confort de la espalda, reduciendo la carga muscular y los problemas musculoesqueléticos.
- Soportar correctamente el cuerpo y cambiar de posición, favoreciendo la circulación.
- Utilizar el equipo diversas personas con características físicas diferentes, permitiendo, debido a la versatilidad en sus ajustes, cambios de postura y movimientos frecuentes. Además, proporciona una correcta posición de las muñecas.

Características generales de la mesa de trabajo.

- La mesa o superficie de trabajo deberán ser poco reflectantes, tener dimensiones suficientes y permitir una colocación flexible de la pantalla, del teclado, de los documentos y del material accesorio.
- El soporte de los documentos deberá ser estable y regulable y estará colocado de tal modo que se reduzcan al mínimo los movimientos incómodos de la cabeza y los ojos.
- El espacio deberá ser suficiente para permitir a los trabajadores una posición cómoda.

Asiento de trabajo.

Hoy en día es habitual la utilización de asientos con apoyabrazos, ya que éstos facilitan el cambio de postura y reducen la carga muscular de la zona cuello-hombro. Es recomendable que sean ajustables en altura, especialmente en puestos que deban ser ocupados por más de una persona (por rotación o por turnicidad), de manera que se asegure

que cumplen su función y no obligan a posturas forzadas de los brazos, por una altura excesiva o del cuerpo, por altura insuficiente. También pueden ser de utilidad los reposabrazos abatibles en puestos en los que se alterne la tarea de ordenador con otro tipo de tarea.

Características de los asientos:

- El asiento de trabajo deberá ser estable, proporcionando al usuario libertad de movimiento y procurándole una postura confortable.
- La altura del mismo deberá ser regulable.
- El respaldo deberá ser reclinable y su altura ajustable.
- Se pondrá un reposapiés a disposición de quienes lo deseen.

Otro aspecto que se ha de considerar es el recubrimiento del asiento. Este debería ser de un material transpirable, sin embargo, debe tenerse en cuenta que en puestos en los que se esté expuesto a ambientes de polvo o a la manipulación de productos químicos, deberá elegirse un tipo de material no absorbente.

Una correcta relación mesa/silla debe permitir una postura adecuada. Cuando esto no ocurre puede recurrirse a la utilización de reposapiés.

También sería conveniente disponer de freno o bloqueo de las ruedas, con el fin de que se pueda fijar una posición estática óptima de trabajo, dado que algunos apoyos sobre el reposapiés o cualquier movimiento de las piernas pueden desplazar el asiento hacia atrás cuando se pretende estar en posición estática.



Silla de trabajo

Cableado

Se deberán tener en cuenta algunas consideraciones en este aspecto:

- La disposición del cableado en el lugar de trabajo no ha de suponer en su trayecto un obstáculo para las zonas de paso.
- La longitud que se emplee debería ser suficientemente holgada como para introducir cualquier modificación en el equipo (periféricos, cambio de ubicación de un elemento, etc.).
- Se recomienda que los enchufes y las tomas de corriente tengan el menor recorrido posible
- El acceso a las conexiones principales debe ser fácil.
- No se recomienda conectar más de tres enchufes por toma.
- Utilizar puestas a tierra y diferenciales de alta sensibilidad.
- El cableado de transmisión de datos ha de estar separado del cableado eléctrico.

Se han de establecer rutinas de mantenimiento de las conexiones y del propio cableado, de forma que la seguridad del trabajador quede garantizada, sin que este hecho interrumpa las actividades del operador.

14.6.4 Entorno

Espacio: El puesto de trabajo deberá tener una dimensión suficiente y estar acondicionado de tal manera que haya espacio suficiente para permitir los cambios de postura y movimientos de trabajo.

Iluminación

- La iluminación general y la iluminación especial (lámparas de trabajo), cuando sea necesaria, deberán garantizar unos niveles adecuados de iluminación y unas relaciones adecuadas de luminancias entre la pantalla y su entorno, habida cuenta del carácter del trabajo, de las necesidades visuales del usuario y del tipo de pantalla utilizado.

- El acondicionamiento del lugar de trabajo y del puesto de trabajo, así como la situación y las características técnicas de las fuentes de luz artificial, deberán coordinarse de tal manera que se eviten los deslumbramientos y los reflejos molestos en la pantalla u otras partes del equipo.

Reflejos y deslumbramientos

- Los puestos de trabajo deberán instalarse de tal forma que las fuentes de luz, tales como ventanas y otras aberturas, los tabiques transparentes o translúcidos y los equipos o tabiques de color claro no provoquen deslumbramiento directo ni produzcan reflejos molestos en la pantalla.
- Las ventanas deberán ir equipadas con un dispositivo de cobertura adecuado y regulable para atenuar la luz del día que ilumine el puesto de trabajo.

Ruido

El ruido producido por los equipos instalados en el puesto de trabajo deberá tenerse en cuenta al diseñar el mismo, en especial para que no se perturbe la atención ni la palabra.

Calor

Los equipos instalados en el puesto de trabajo no deberán producir un calor adicional que pueda ocasionar molestias a los trabajadores.

Emisiones

Toda radiación, excepción hecha de la parte visible del espectro electromagnético, deberá reducirse a niveles insignificantes desde el punto de vista de la protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores.

Humedad

Deberá crearse y mantenerse una humedad aceptable.

14.6.5 Interconexión ordenador/persona

Para la elaboración, la elección, la compra y la modificación de programas, así como para la definición de las tareas que requieran pantallas de visualización, el empresario tendrá en cuenta los siguientes factores:

- El programa habrá de estar adaptado a la tarea que deba realizarse.
- El programa habrá de ser fácil de utilizar y deberá, en su caso, poder adaptarse al nivel de conocimientos y de experiencia del usuario; no deberá utilizarse ningún dispositivo cuantitativo o cualitativo de control sin que los trabajadores hayan sido informados y previa consulta con sus representantes.
- Los sistemas deberán proporcionar a los trabajadores indicaciones sobre su desarrollo.
- Los sistemas deberán mostrar la información en un formato y a un ritmo adaptados a los operadores.
- Los principios de ergonomía deberán aplicarse en particular al tratamiento de la información por parte de la persona.

UNIDAD 15: LOS MEDIOS DE CONTRASTE RADIOLÓGICOS

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- 15.1 Antecedentes
- 15.2 Reacciones adversas por inyección de MCR
 - 15.2.1 Tipos de reacciones adversas
 - 15.2.2 Severidad de las reacciones adversas
 - 15.2.3 Frecuencia de las reacciones adversas
 - 15.2.4 Precauciones previas
 - 15.2.5 Conducta médico-legal frente al uso de los MCR

15.1 Antecedentes

Los medios de contraste radiológicos (MCR) son sustancias químicas de moléculas complejas que, inyectadas dentro del torrente sanguíneo, aumentan la densidad de vasos y de tejidos, permitiendo que contrasten de esta forma con las estructuras vecinas.

Muy temprano en la historia de la Radiología se administraron distintas sustancias para opacificar diversas estructuras.

Se destacan las experiencias de Heuser en Argentina, inyectando yoduro de potasio para realizar las primeras pielografías, en el año 1919. Pero todos los compuestos actuales, derivados del ácido benzoico unido a distinto número de moléculas de yodo, son compuestos yodados hidrosolubles que se originan a partir de los trabajos de Osborne, en 1923. Desde entonces, se han utilizado en numerosos estudios radiológicos, tales como el urograma excretor y la tomografía axial computada.

La irrupción en la circulación por vía endovenosa de una sustancia extraña al cuerpo humano, no siempre es totalmente inocua y puede

producir reacciones no deseadas o inesperadas, cuyos mecanismos no están lo suficientemente aclarados. Cuando estas reacciones generan manifestaciones clínicas, se consideran como reacciones adversas. Desde el comienzo se han informado distintas y variadas reacciones, algunas de las cuales conllevan expresiones similares a las de origen alérgico.

De cualquier manera, son tales los beneficios del uso de los MCR, permitiendo diagnósticos médicos imposibles de obtener con otros métodos, que su utilización, lejos de disminuir, aumenta cada día.

15.2 Reacciones adversas por inyección de MCR

15.2.1 Tipos de reacciones adversas

Las diversas consecuencias clínicas no deseadas consecutivas a la administración de MCR pueden ser clasificadas según sus mecanismos en:

Tóxicas

Se producen por acción de la estructura química del compuesto sobre células de los vasos sanguíneos, proteínas circulantes y sistemas enzimáticos, provocando cambios hemodinámicos en dichos órganos y estructuras. Si bien pueden ocurrir en todas las personas, resultan más frecuentes cuando existen enfermedades asociadas que puedan predisponer al daño renal o cardíaco.

Tales reacciones están en relación con la cantidad de contraste inyectado y suelen ser reversibles, salvo por daño grave en enfermedad preexistente. Las enfermedades asociadas con potencial afectación renovascular son:

- Diabetes.
- Hipertensión.
- Colagenopatías
- Policitemia.
- Mieloma múltiple.

Se añade la deshidratación como condición clínica que predispone a daño renal. Por eso se recomienda siempre que los pacientes estén bien hidratados, como una manera sencilla de evitar daño renal o clínico.

Pseudoalérgicas o anafilactoideas

Son reacciones que ocurren en algunas personas por acción directa de los MCR sobre células del organismo que almacenan mediadores químicos que, al liberarse, pueden provocar manifestaciones de tipo alérgicas como urticaria, edema, asma, rinitis y shock.

En las reacciones alérgicas verdaderas o anafilácticas, el anticuerpo responsable de la liberación de las sustancias es la inmunoglobulina E (IgE). En las reacciones alérgicas provocadas por la penicilina, sulfamidas y otros fármacos, este anticuerpo persiste en la sangre y se puede detectar mediante las pruebas cutáneas adecuadas, y aun medir en el suero.

La ausencia de esta IgE en los eventos anafilactoideos que provocan los MCR, hace imposible su detección previa o anticipada, e invalida toda prueba o test de alergia basados en dichas metodologías.

15.2.2 Severidad de las reacciones adversas

Las reacciones adversas, según la magnitud de su repercusión clínica pueden ser divididas en:

Leves

Son las más frecuentes, con el 99% del total de las reacciones. Incluyen síntomas tales como náuseas, calor generalizado y enrojecimiento de la cara. No necesitan tratamiento y ceden espontáneamente en pocos minutos.

Moderadas

Significan el 1% del total de las reacciones adversas. Se presentan como urticaria difusa, edema, broncoespasmo leve y vómitos. Requieren tratamiento en la Sala de Rayos. La flebitis química, común a cualquier inyección endovenosa, se considera en este grupo, pero es de aparición tardía.

Graves

Se trata de urticaria generalizada, edema de laringe, hipotensión, broncoespasmo grave o shock.

Pueden aparecer en aproximadamente el 0,1% del total de las reacciones y necesitan internación. Eventualmente pueden llevar a la muerte por insuficiencia cardiorrespiratoria o daño neurológico irreversible por hipotensión e hipoxia.

15.2.3 Frecuencia de las reacciones adversas

Existe una gran diversidad en las publicaciones sobre la incidencia de reacciones adversas. Generalmente en ellas no se mencionan las reacciones leves, que son muy comunes y consideradas como "reacciones no deseadas esperadas". Debe advertirse a los pacientes, aclarando que pasan rápidamente y no requieren tratamiento. Las cifras publicadas varían entre el 20 y el 60% del total de los pacientes que reciben inyección endovenosa.

En cuanto a las reacciones moderadas, el índice varía entre el 0,2 y el 0,6%.

Los decesos relatados en las grandes series publicadas por autores tales como Shehadi, Fisher y Katayama varían entre 1 en 100.000 y 1 en 1.000.000.

A partir de 1985 aparecen en el mercado productos de menor osmolaridad que los conocidos hasta entonces, que tienen entre 1.500 a 2.000 mOsm/l. La mayoría de ellos no disocian en iones y fueron llamados "no iónicos", aunque no todos los son. Su osmolaridad varía entre 600 y 800 mOsm/l. Los nuevos MCR presentan una tasa menor de reacciones adversas moderadas, hasta la quinta parte para algunos autores, aunque no existe evidencia que reduzcan las reacciones graves y fatales.

15.2.4 Precauciones previas

Aunque no es posible descartar o asegurar la probabilidad de que ocurra una reacción adversa y aún una fatalidad, se recomienda una serie de medidas para brindar mayor seguridad a los pacientes. Éstas son:

Identificación de grupos de riesgo

La identificación de aquellas personas que tienen un riesgo mayor de probabilidad de ocurrencia de una reacción adversa cuando son sometidas a un estudio con MCR deberá realizarse mediante un adecuado interrogatorio de sus antecedentes, prestando especial atención a reacciones previas a medicamentos, dejando constancia de su resultado

En todos los casos, el paciente deberá dar su consentimiento informado.

Los grupos con riesgo incrementado de sufrir una reacción adversa son:

- Pacientes que tienen una historia previa de reacción adversa moderada o grave por MCR.
- Pacientes con hiperreactividad bronquial o asma activa.
- Pacientes que sufren otras enfermedades asociadas tales como diabetes, enfermedad cardíaca, renal y situaciones clínicas particulares, como la hipertensión arterial tratada con betabloqueantes.
- Pacientes con antecedentes de manifestaciones atópicas y reacciones alérgicas a medicamentos, alimentos o sustancias de contacto.

De acuerdo con estas características, los pacientes pueden ser agrupados según su riesgo potencial en:

- *Grupo de riesgo leve*: sin antecedentes ni enfermedades concomitantes. Es equivalente al riesgo habitual de cualquier persona, y se incluyen aquellos que hayan tenido reacciones leves o dudosas a medios de contraste.
- *Grupo de riesgo bajo*: cuando existan dudas en el interrogatorio o alguna de las causas de riesgo mencionadas.
- *Grupo de riesgo moderado*: cuando se reúnen más de una de las causales o enfermedad concomitante, antecedentes claros de atopía o reacción adversa moderada previa.
- *Grupo de riesgo alto*: cuando existan múltiples causales de riesgo y/o enfermedades de base o razones de edad, que hagan

riesgosa cualquier intervención médica. Se incluyen los antecedentes de reacción adversa grave.

15.2.5 Conducta médico-legal frente al uso de los MCR

Toda reacción adversa, a la vez que genera angustia y preocupación tanto en quien lo sufre como en el que lo produce, conlleva la posibilidad de una querrela judicial (civil o penal). En ella, el profesional involucrado debe demostrar que en su accionar no hubo error, desconocimiento o descuido; esto es, en lenguaje legal, que no hubo impericia, imprudencia o negligencia. Esta demostración debe ser sencilla, si corresponde al accionar habitual del médico, tanto en las etapas previas como posteriores al accidente, porque ha respetado el siguiente decálogo:

Ha tomado conocimiento de los antecedentes del paciente.

- Ha hecho conocer los eventuales riesgos y ofrecido un “consentimiento informado”.
- Ha clasificado al paciente según el Grupo de riesgo que le corresponde.
- Ha efectuado las consultas al especialista en los casos recomendados.
- Ha indicado una premedicación, si correspondiese.
- Ha optado por un medio de contraste adecuado.
- Ha tratado al paciente en riesgo personalmente y en forma responsable.
- Ha contado con los medios de tratamiento adecuados.
- Ha dejado constancia de su accionar en una historia clínica de emergencia y transmitido lo ocurrido al paciente o a sus familiares.
- Ha procedido en todo momento como lo hace habitualmente.

UNIDAD 16: GLOSARIO DE ABREVIATURAS

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

A: Número másico o de masa atómica. Es el número de protones y neutrones del núcleo de un átomo.

AAPM: Asociación Americana de Físicos en Medicina.

ABC: Control automático de brillo.

ABS: Estabilización automática del brillo.

ACR: Acrónimo en inglés de "American College of Radiology".

ADSL: Acrónimo en inglés de "Asymmetric Digital Subscriber Line".

AE: Acrónimo en inglés de Application Entity.

AEC: Control automático de exposición

AGC: Control automático de ganancia.

ASD: DSA: Angiografía de Sustracción Digital.

ATM: Acrónimo en inglés de "Asynchronous Transfer Mode", modo de transferencia asíncrona.

BD: Base de Datos

BRI: Interfase de Régimen Básico.

CCD: Acrónimo en inglés de Charged Coupled Device.

CEN: Acrónimo en francés de Comité Européen de Normalisation. Comité Europeo de Normalización.

CHR: Capa Hemirreductora.

CORBA: Acrónimo en inglés de "Common Object Request Broker Architecture".

CPU: Unidad Central de Procesamiento.

CR: Acrónimo en inglés de Computed Radiography.

CRT: Tubo de rayos catódicos.

CT: Computed Tomography.

CTN: Central Test Node. Implantación de dominio público desarrollada por el Electronic Radiology Laboratory del Mallinkrodt Institute of Radiology, para probar la funcionalidad DICOM de los productos.

DDR: Acrónimo en inglés de Direct Digital Radiography.

DI/DO: DICOM-IN/DICOM-OUT.

DI: Diagnóstico por la Imagen.

DICOM: Acrónimo en inglés de Digital Imaging and Communications in Medicine. Imágenes Digitales y Comunicaciones en Medicina.

DIMSE: Acrónimo en inglés de "DICOM Message Service Element".

DIN: Acrónimo de Digital Image NetWork. Red de Imágenes Digitales.

DIS: Acrónimo en inglés de Development Information System, generalmente encargado de toda la gestión económico-administrativa del hospital.

DR: Acrónimo en inglés de Digital Radiography. Radiografía digital.

DR: Acrónimo en inglés de Direct Radiology. Radiología Directa.

DWS: Estación diagnóstica.

EHTO: Observatorio Europeo de la Telemática para la Salud.

EIDE: Interface Extendida para Equipos Electrónicos.

EM: Electromagnética.

EMR: Acrónimo en inglés de Electronic Medical Record.

FD: Fluoroscopia Digital.

FDDI: Interface de Datos Distribuidos por Fibra (FDDI acrónimo en inglés de Fiber Distributed Data Interface) constituye un estándar de red que transmite a velocidades de hasta 100 Mbps a través de un doble anillo de fibra óptica.

FDDI-I: es sólo para la transmisión de datos.

FDDIII: permite la transmisión tanto de la voz como de datos.

FP o FPD: Flat Panel o Flat Panel Detector. Detector de panel plano.

HIMSS: Acrónimo en inglés de "Healthcare Information and Management Systems Society".

HIS: Acrónimo en inglés de Hospital Information Systems.

HL-7: Nivel de Salud 7 estándar utilizado en los HIS, protocolo de comunicación estándar para datos electrónicos y el intercambio de información entre diferentes sistemas de salud, los componentes de la norma HL7 definen quien es el paciente, su historia clínica, sus datos demográficos y administrativos, etc.

HSM: Acrónimo en inglés de "Hierarchical storage management". Sistemas de gestión de almacenamiento jerárquico utilizado en la arquitectura distribuida.

HUB: Es un dispositivo que interconecta varios PC entre sí en una LAN.

IDE: Dispositivo Electrónico Integrado.

IE: Entidad de Información.

IMACS: Acrónimo en inglés de Image Management and Communication System. (Sistema de Integración de Imágenes e Información Clínica de los Pacientes).

IOD: Acrónimo en Inglés de "Information Object Definition".

IPX/SPX: Intercambio de Paquetes entre Redes/Intercambio Secuencial de Paquetes.

ISO: Acrónimo en inglés de International Standards Organization.

ISP: Internet Service Provider.

ITU: Acrónimo en inglés de "International Telecommunications Union" antiguamente CCITT acrónimo en francés de "Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique".

JIRA: Acrónimo en inglés de Japanese Industry Radiology Apparatus.

L: Lamberts, unidad de medida del nivel de iluminación.

LAN: Acrónimo en inglés de Local Area Network. Red de Área Local.

MN: Medicina Nuclear.

N: Número tónico o neutrónico. Es el número de neutrones contenidos en el núcleo.

NEMA: Acrónimo en inglés de "National Electrical Manufacturer Association".

NFS: Sistema de Archivo en Red.

NTIC: Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación.

OSI: Open Systems Interconnection. Interconexión de Sistemas Abiertos.

PACS: Acrónimo en inglés de Picture Archiving and Communication System (Sistema de Archivo y Comunicación de Imágenes).

PBX: "Private Branch Exchange" utilizados para conectar redes telefónicas.

PC: Ordenador personal.

PET: Tomografía por emisión de positrones.

POTS: Acrónimo en inglés de Plain Old Telephone Service. Servicio Telefónico Liso y Llano es la red telefónica analógica tradicional.

PPP: Protocolo Punto a Punto.

PRI: Interfaz de régimen primario.

PRL: Prevención de Riesgos Laborales

PVD: Pantallas de Visualización de Datos

RAID: Redundant Array of Inexpensive Disks.

RAM: Random Access Memory.

RC: Radiografía Computerizada.

RCR: "Royal College of Radiologists".

RD: Radiología Digital.

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados proveniente del término sajón. ISDN- "Integrated Service Digital Network".

REM: Radiación Electromagnética.

RF: Radiofrecuencia.

RIS: Acrónimo en inglés de Radiology Information System (Sistema de Información Radiológica).

RIST: Red Integral de Servicios Telerradiológicos.

RM: Resonancia Magnética.

RMN: Resonancia Magnética Nuclear.

RPV: Red Privada Virtual.

RSNA: Acrónimo en inglés de Radiological Society of North America. Sociedad de Radiología de los Estados Unidos.

RT: Red de Telerradiología.

RWS: Estaciones de Revisión.

SCP: Acrónimo en inglés de "Service Class Provider" Clase de servicio de proveedor.

SCSI: Interfaces de los Sistemas para Pequeñas Computadoras.

SCU: Acrónimo en inglés de "Service Class User" Clase de servicio de usuario.

SERAM: Sociedad Española de Radiología Médica.

SI: Sistema Internacional de unidades.

SLIP: Protocolo Internet en Serie.

SOP: Acrónimo en inglés de "Service-Object Pair".

SPECT: Tomografía por emisión de fotón único.

SQL: Acrónimo en inglés de "Structure Query Language", estándar utilizado en los motores de Base de Datos.

T1: Línea de Comunicaciones Digital de Alta Velocidad de 1.5 Mbps.

TAC: Tomografía Axial Computerizada.

TC: Tomografía Computerizada.

TCP/IP: Protocolo de Control de Transmisiones/Protocolo de Internet.

TIC: Tecnologías de Información y Comunicación.

TOE: Tiempo de ocupación equivalente.

TWS: Estaciones de Trascrición de Informes.

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos.

UDMA: Ultra Acceso Directo a Memoria.

UNE: Una Norma Española

US: Ultrasonidos.

UTP: Acrónimo en inglés de Unshielded Twisted Pair.

WAN: Acrónimo en inglés de "Wide Area Network". Redes de Area Extendida.

WEB: World Wide Web.

WS: Workstation. Estación de trabajo.

WWS: Estaciones de Consulta Remota.

WWW: World Wide Web.

Z: Número atómico. Es el número de protones de un átomo. También es el número de electrones en el átomo neutro.

UNIDAD 17: BIBLIOGRAFÍA

AUTORES:

María Isabel Marco Galve
Ignacio García Delgado

- ACR Standards. ACR Standard for Teleradiology. Revised 1998 Res. 35. Effective 1999.
- American College of Radiology. Standard of Teleradiology. Reston. Virginia. 1994.
- Ballinger, P.W. Merrill Atlas de Posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. 3 tomos. 8ª Ed. 2001. Masson-Salvat.
- Bushong, S.C. Manual de tecnología para tecnólogos. 5ª Ed. 1993. Mosby.
- Donoso, L., Sentís, M., Mata M. Diagnóstico por imagen. Organización por órganos/sistemas. Sumario. Número 165. Abril 2000.
- Doyon, D; Laval-Jeantet, M; Halimi, PH; Cabanis, E.A.; Frija, J. Manual de Tomografía Axial Computadorizada. 1ª Ed. 1989. Masson.
- Gárate, M. Fundamentos de la técnica radiográfica. 1986. Agfa-Gevaert. Ancora.
- Lafuente, J. Atlas de Tecnología de la Resonancia Magnética. 2000. Mallinckrodt.
- López, A. Temario Oposiciones Técnico Especialista en Radiodiagnóstico. Servicio mde Salud Castellano-Leonés. 2006. Editorial CEP. Madrid.
- Mun S.K., Freedman M, Kapur R. Image management and communications for radiology. IEEE Eng. Med. Biol. 1993, 12: 70-80.
- Orphanoudakis S.C., Kaldoudi E., Tsiknakis M. Technological Advances in Teleradiology. Eur. J. Radiology, vol. 22, 205-217, 1996.
- Ortega, X. Las radiaciones ionizantes. Su utilización y riesgos. 1994. Ediciones UPC.

Piqueras J., Carreño J.C., Lacaya, J. Sistemas de Archivo y Comunicación de Imagen en Radiología. Radiología 1994 vol. 36(2) pp.67-76.

Pizzutiello, R.J., Cullinan, J.E., Introducción a la imagen radiográfica médica. Kodak. División Diagnóstico por Imagen.

Radiología digital, PACS, Telerradiología y Estrategias en radiología. 2000. IMI.

Swallow, R.A.; Naylor, E.; Roebuck, E.J.; Whitley, A.S. Clark Posiciones en Radiografía. 3ª Ed. 1988. Salvat.

The Royal College of Radiologists (1999). Guide to information technology in radiology: Teleradiology and PACS.

Van der Plaats, G.J. Técnica de la radiología médica. 3ª Ed. 1985. Paraninfo.

Vilar Samper, J.; Martí-Bonmatí, L. Resonancia Magnética. Diagnóstico por la imagen. 1991. Salvat.

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 488/1997 sobre Pantallas de Visualización

UNE-EN 29241 - «Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos».

UNE-EN-ISO 9241 - «Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos».

UNE 81-425-91. - «Principios ergonómicos a considerar en el proyecto de los sistemas de trabajo».

Guía Técnica de Pantallas de Visualización. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (INSHT), 1999.

Marco Verdugo A. Tomografía computada multicorte. Rev Chilena de Cirugía, 56 (2): 185-190.

Real decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. BOE no 178 26-07-2001