Imagenología

Del Consultorio Radiológico al Departamento Clínico de Imagen

Dr. Luis Dibarboure

Profesor del Departamento Clínico de Imagenología.
Hospital de Clínicas. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

Resumen: *La imagenología es una especialidad médica que se ocupa de la producción y análisis de las imágenes obtenidas a través de diversas tecnologías. Inicialmente denominada Radiología, ha tenido un crecimiento explosivo vinculado al desarrollo tecnológico y se ha diversificado en varias técnicas de producción de imágenes.*

En el presente artículo, se plantea la importancia de la organización de los Departamentos de Imágenes trabajando por órganos y sistemas y no por técnica de imagen, como es lo tradicional. Se destaca la importancia de una solicitud de estudio de imagen bien realizada, así como del informe radiológico y la importancia del PACS (sistemas de archivo y comunicación de imágenes).

Se establecen los criterios básicos de radioprotección y explica los aportes y riesgos del uso de la Telerradiología en un Departamento de Imagen.

Abstract: *Imaging is a medical speciality that produces and analize the images which are obtained through different techniques. Initially called radiology, it has had an explosive growth linked to technologic development and has diversified into several techniques of image production.*

In this article, we detail the importance of organize the Imaging Departments based on organs and systems, instead than by technical image, as traditionally done. We highlight the importance of the correct way to perform a request and a radiologic report well done, and the important role of a proper archive and communication system.

We establish basic criteria for radiation protection and also the risks and contributions of the use of Teleradiology at an Imaging Department are explained.

Palabras clave: diagnóstico por imágenes, departamento de imágenes, radioprotección.
Key words: imaging diagnose, imgaging department, radiation protection.

Radiología o Imagenología

La ***Imagenología*** es una especialidad médica que se ocupa de la producción y análisis de las imágenes obtenidas a través de diversas tecnologías, que comprende el ***diagnóstico por imágenes*** y los ***procedimientos invasivos diagnósticos y terapéuticos guiados por las imágenes.***

En sus inicios la especialidad estaba reducida a la Radiología, o sea, a las imágenes generadas a partir de los rayos X. Desde los años 80, el advenimiento de la ecografía y la resonancia magnética determinaron que la definición de la especialidad fuera más amplia que estrictamente la de radiología, de ahí que su denominación pasase a ser ***Diagnóstico por Imagen o Imagenología.***

E-mail: luisdibba@hotmail.com

Algo de historia

Los rayos X se descubrieron en el laboratorio de Roengten en noviembre de 1895. Las primeras radiografías del Rio de la Plata se realizaron muy tempranamente, en marzo de 1896, en el Gabinete de Física de la Universidad de la República de Uruguay. Su inmediata aceptación clínica queda evidenciada en lo que probablemente corresponda a la primer solicitud de una radiografía

con fines médicos, realizada por el doctor Enrique Pouey en 1897, quien le envía una carta al doctor Claudio Williman: "*Mi estimado amigo: tengo interés en obtener la fotografía radiográfica de la mano de esta paciente que dice tener una aguja clavada en la región*"[1].

Desde esa época la imagenología se ha desarrollado como una ***especialidad de apoyo a la práctica clínica,*** con un crecimiento explosivo en los últimos años, vinculado al desarrollo tecnológico de la propia radiología, la ultrasonografía, la tomografía computada y la resonancia magnética.

El trabajo del antiguo radiólogo clásico consistía en la realización de los estudios radiológicos, impresión en placas de acetato y posterior elaboración de un informe radiológico. Esta tarea se desempeñaba en los servicios de radiología de hospitales, instituciones de asistencia médica y muy frecuentemente en consultorios particulares.

La incorporación de las nuevas técnicas de diagnóstico por imagen, sumado a la producción de enorme cantidad de imágenes por cada estudio de tomografía computada y resonancia magnética y los elevados costos, han complejizado enormemente la gestión de estos servicios debiendo ser los médicos imagenólogos los protagonistas de estos cambios, centrados en la atención de los pacientes.

Organización de un Servicio de Imagenología

Desde el punto de vista de las técnicas de imagen, el Servicio puede dividirse en:

- ***Radiología general***: radiografía de tórax, osteoarticular, etc.
- ***Radioscopía***: estudios radiológicos que se hacen bajo seguimiento radioscópico como los estudios de la deglución, estudios esofagogastroduodenales, colon por enema, fistulografías, histerosalpingografía, pielografías, uretrocistografías, dacriocistografía, sialografías, colangiogragías, etc.
- ***Tomografía computada***: cabeza y cuello, columna, extremidades y articulaciones, tórax, abdomen y pelvis; estudios vasculares, cardíacos etc.
- ***Ecografía y Doppler***: ecografía de partes blandas, articulaciones, cuello y tiroides, tórax, abdomen y pelvis, gineco-obstétricas, eco Doppler venoso y arterial de todos estos sectores, etc.
- ***Resonancia Magnética***: de organización similar a la tomografía computada.
- ***Arteriografía***: vasos de cuello, estudios vasculares cerebrales, estudios vasculares periféricos, etc.
- ***Procedimientos intervencionistas*** guiados por imágenes. Incluye los procedimientos vasculares y no vasculares.

  Los ***vasculares*** incluyen el área de neurología *(embolización de aneurismas y malformaciones vasculares)*, o *periféricos (embolización de tumores, tratamiento de sangrados digestivos, de la esfera urogenital, hemoptisis)*.

  Los ***no vasculares*** incluyen las punciones diagnósticas guiadas por imágenes *(ecografía o tomografía computada)*; ablación percutánea de tumores, biopsias y drenajes, procedimientos percutáneos en las vías biliares.

A su vez todas estas áreas pueden desempeñarse en carácter de ***coordinación*** o de ***urgencia***.

Como se entenderá, esta gran cantidad de actividades debe ser ordenada, debiendo lograrse los mejores resultados para el paciente en cuanto a tiempos de demora y calidad de los estudios e informes realizados.

En nuestro medio ha habido una fuerte tendencia a ordenar el trabajo del médico imagenólogo por equipamiento, de modo de identificarnos como "*ecografistas*", "*tomografistas*", etc.

Ahora bien, la complejidad y desarrollo de las diferentes áreas de la medicina hacen inadecuado este modo de entender la especialidad. Es así que desde la Cátedra del Departamento Clínico de Imagenología desde hace muchos años se promueve el ***desarrollo profesional por órganos y sistemas y no por tecnología o aparatos***. Esto es, que las competencias de cada uno se desarrollen en las diferentes áreas, aplicando la técnica de diagnóstico por imagen más adecuada a la situación clínica del paciente.

El desarrollo en el diagnóstico de las afecciones del aparato musculoesquelético implica dominar la ecografía, la radiología, la tomografía computada, la resonancia magnética, y las técnicas que se desarrollen en el futuro en esa área. Lo mismo en la imagenología mamaria: la mamografía, la tomosíntesis, la ecografía y la resonancia magnética. Igual situación ocurre en las demás áreas.

Esta distribución del trabajo permite que cada médico se subespecialice en un área y no que todos deban responder a todos los requerimientos porque es imposible realizar la tarea adecuadamente manteniendo un nivel aceptable de calidad.

Solicitud de estudios imagenológicos

Es un elemento sustancial de la práctica cotidiana. En la solicitud médica, además de los datos patronímicos, deben especificarse claramente la técnica solicitada, la región de interés y la sospecha clínica.

La sospecha clínica es esencial a la hora de planificar un estudio y obtener el máximo rendimiento de él, por ejemplo, no es lo mismo un estudio de tomografía computada de columna lumbar en búsqueda de metástasis

que de discopatía. Tampoco es lo mismo un estudio de tórax por sospecha de cáncer broncopulmonar que de enfermedad intersticial; una angiografía por tomografía computada debe sugerir el vaso a estudiar, por ejemplo angio-TC de arterias pulmonares *(correcto)*, angio-TC de tórax *(incorrecto)*.

El informe radiológico

El informe es una de las funciones más importantes del médico imagenólogo, es la conclusión de su actividad, es su producto final. Nuestra calidad profesional particular y la de los servicios en los que trabajamos será juzgada en función de la calidad de nuestros informes[2-8].

El informe es el soporte de la comunicación entre colegas *(médico radiólogo-médico solicitante)* y es un documento médico legal, de ahí su gran importancia.

Un informe radiológico debe cumplir con dos condiciones básicas: estar bien elaborado en su ***contenido*** y redacción y ser ***oportuno*** en el tiempo.

Un estudio radiológico debe ir siempre acompañado de un informe, sino no debe considerarse como un procedimiento diagnóstico concluido.

Si bien escapa al alcance de este artículo, en el informe radiológico, además de consignarse los datos patronímicos del paciente, deben referirse las características del estudio, si se utilizó o no medio de contraste, dosis, eventos adversos durante su realización, equipamiento en el cual se realiza el estudio. En los estudios que utilizan radiaciones ionizantes cada vez más se promueve el registro de la dosis de radiaciones recibida por el paciente.

El cuerpo del informe debe estar bien estructurado, básicamente descriptivo, con un lenguaje adecuado, evitando acrónimos, y fundamentalmente debe responder a la interrogante clínica planteada.

Debe culminar con una ***conclusión diagnóstica***, separada del cuerpo del informe, donde el médico imagenólogo interpreta los hallazgos en función de los datos clínicos disponibles y emite una opinión en tanto ***especialista*** que efectúa una interconsulta.

Deben considerarse modos de comunicación alternativos y adicionales en caso de hallazgos que determinen situaciones clínicas de gravedad para el paciente o frente a hallazgos inesperados. Estos pueden ser comunicación directa o telefónica con el médico tratante, con el paciente o familiares.

Gestión de las imágenes de diversos equipos a través de un PACS

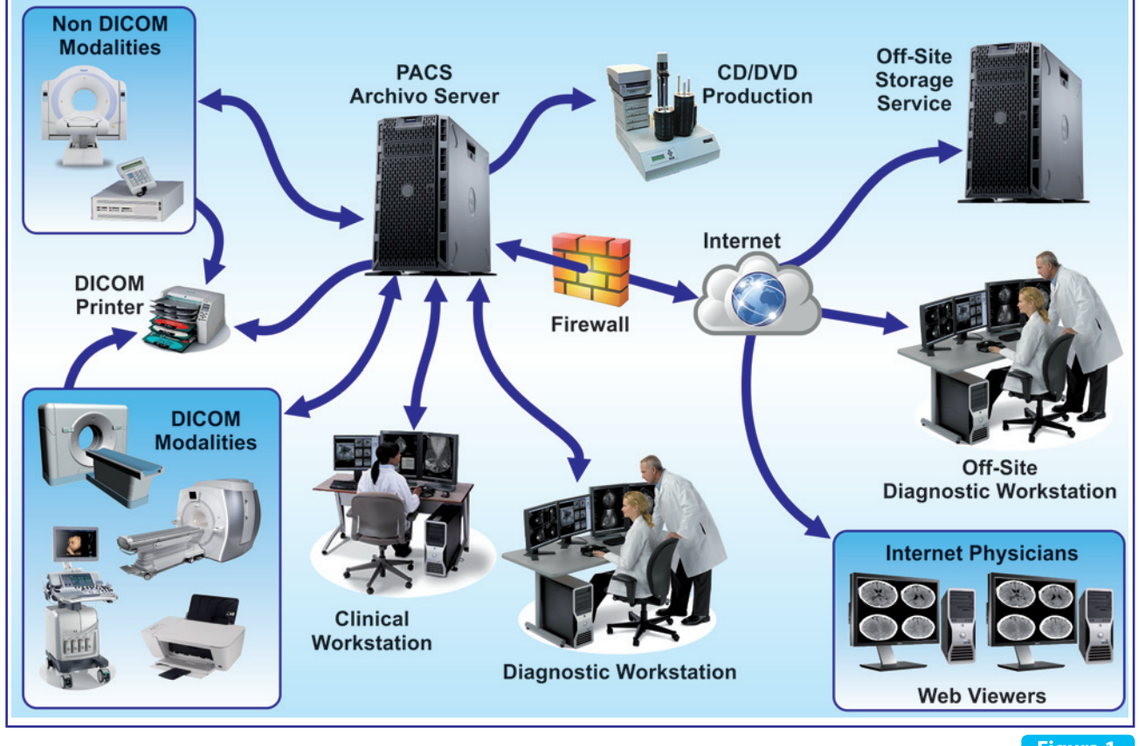


Figura 1

Documentación de los estudios radiológicos

Con el desarrollo de la tomografía computada multi detector y de resonancia magnética, ha habido un aumento explosivo del número de imágenes obtenidas por cada estudio, lo que ha hecho inviable documentar en películas radiográficas cada estudio. Inicialmente se procedió a seleccionar imágenes, las que eran entregadas a los pacientes; pero esto generaba elevados costos y resultaba de limitado valor al momento de tener que comparar con estudios previos.

Hace ya varios años se desarrolló el concepto de "*filmless radiology*" o radiología sin placas[9]. Los sistemas de archivo y comunicación de imágenes (PACS) permiten archivar las imágenes, desde donde los médicos imagenólogos informan los estudios con estaciones de trabajo que tienen herramientas de visualización, reconstrucción de imágenes y post procesamiento. Permiten además trasmitir las imágenes a diferentes puntos de los hospitales o instituciones *(consultorios, policlínicas, salas internación, block quirúrgico y eventualmente a distancia: telerradiología)* e incorporar las imágenes a la historia clínica electrónica de los pacientes. Debe integrarse al sistema información radiológica (RIS) que permite la gestión del Servicio de Imágenes[10] *(Ver Figura 1)*.

Las imágenes de tomografía computada y resonancia magnética son digitales por lo que se pasan directamente al PACS independientemente de la marca comercial de los equipos, porque todos manejan un lenguaje común denominado DICOM *(Digital Imaging and Communication in Medicine)*.

Equipamiento de un Departamento de Imagen

Radiología

Los equipos de radiología general pueden ser analógicos, digitales directos o secundariamente digitalizados *(digitales indirectos)*.

Los equipos digitales directos (DR) sustituyen los chasis y películas radiográficas por un sistema de detector, similar a los usados en tomografía computada.

Los equipos secundariamente digitalizados *(CR, Computed Radiography)*, mantienen el equipo radiológico convencional y sustituyen los chasis por chasis especiales, con una lámina de fósforo fotoestimulable, que luego de adquirir la imagen deben ser insertos en una máquina lectora *(CR)*, que convierte la imagen en digital. Posteriormente la imagen obtenida puede ser enviada al PACS y de ahí a la red del Hospital o ser impresa en impresora láser.

Mamografía

Los equipos de mamografía también pueden ser analógicos, digitales directos o indirectos. Los equipos digitales directos son más caros y brindan imágenes de mejor calidad. Además pueden disponer de la posibilidad de realizar tomosíntesis, una variante radiológica que incluye la posibilidad de adquirir imágenes tomográficas de la mama, útiles en el estudio de las mamas densas.

Tomografía computada

Los equipos de tomografía computada de uso habitual son helicoidales. Son llamados así porque el tubo de rayos X que se encuentra en el interior del equipo al emitir los fotones gira permanentemente en forma simultánea con el desplazamiento de la camilla, adquiriendo el haz de rayos X una forma de hélice alrededor del paciente. Los rayos X inciden en detectores que convierten la información en digital.

Desde fines de la década del 90 existen los equipos llamados multidetectores, en los cuales los rayos inciden en 4, 8, 16, 64, 128 o 320 filas de detectores. Esto determina mayor rapidez de los estudios, optimización del uso de contraste, minimización de artefactos de la imagen generados por movimientos o incluso por los latidos cardíacos, permitiendo estudiar el corazón.

Ecografía

Los equipos de ecografía-doppler están actualmente ampliamente difundidos y son de uso habitual por médicos imagenólogos y por quienes no lo son.

Cada vez más la calidad de los equipos mejora y por tanto mejora la resolución y sus alcances. La ecografía puede utilizarse para el diagnóstico tanto en el paciente ambulatorio como en la urgencia o CTI; pero es cada vez más utilizada por diferentes especialistas y médicos generales como un *"complemento"* del examen clínico. En el área del diagnóstico médico su rendimiento es *"operador dependiente"*.

En nuestra especialidad, los residentes o postgrados realizan 6 meses de entrenamiento focalizado en la técnica, repartidos en bimestres en años consecutivos, sumado a la realización de policlínicas y guardias semanales en los 4 años. Además realizan la correlación de los hallazgos ecográficos con otros métodos diagnósticos, correlación quirúrgica y anatomopatológica y asistencia a congresos de la especialidad donde se abordan estos temas, lo que a nuestro entender garantiza a los pacientes un nivel de formación adecuado para realizar estudios confiables, pero lamentablemente poco reconocidos.

Resonancia Magnética

Los equipos de Resonancia Magnética de uso habitual son de 1.5 Teslas, lo que hace referencia a la intensidad del campo magnético. El teslaje de cada equipo es uno

de los componentes que determinan las características propias del equipo y sus posibilidades pero no es el único. Los gradientes, las secuencias y software adquiridos con el equipo y las bobinas adecuadas para las diferentes regiones determinan la configuración final.

Los equipos de Resonancia denominados de bajo campo *(usualmente hasta 0.5 teslas)*, son equipos abiertos, mejor tolerados por los pacientes en cuanto a menor sensación de encierro, pero tienen posibilidades diagnósticas más limitadas que los anteriores.

Los equipos de Resonancia tienen restricción de uso en pacientes que tienen elementos metálicos ferromagnéticos, dado la posibilidad de desplazamiento y de aumento de temperatura con el consiguiente daño para el paciente *(ej.: marcapasos, cardiodesfibriladores, implante coclear, prótesis valvular)*.

Cada vez más frecuentemente los implantes metálicos de uso médico son RM compatibles, por lo tanto lo más adecuado es que el médico prescriptor de un estudio de resonancia magnética realice la pesquisa inicial y consigne en la solicitud exactamente la marca y el modelo del implante. Es entonces responsabilidad del Servicio de imagen determinar la posibilidad o no de realizar el estudio[11].

Dado que los equipos de alto campo son permanentes *(o sea que la intensidad del campo magnético permanece estable, estando o no en funcionamiento)*, generan algunos riesgos a los trabajadores o al resto del personal que accidentalmente pueda ingresar dentro del magneto. Puede producirse lo que se llama *"efecto misil"*, que es la atracción en forma violenta de un material ferromagnético *(balón de oxígeno, silla o camilla no compatibles)* hacia el magneto, pudiendo causar accidentes graves si se interpone una persona. Es por eso que los resonadores tienen áreas de circulación restringida y que en la coordinación de los pacientes para resonancia se hace una encuesta exhaustiva para descartar la presencia de metales *"no compatibles"*.

Medios de contraste

En los servicios de imagenología usualmente se utilizan medios de contraste para opacificar las estructuras vasculares y para ver el comportamiento de los diferentes tejidos, normales y patológicos, con el medio de contraste y de este modo establecer un diagnóstico patológico o por lo menos analizar el comportamiento de una lesión.

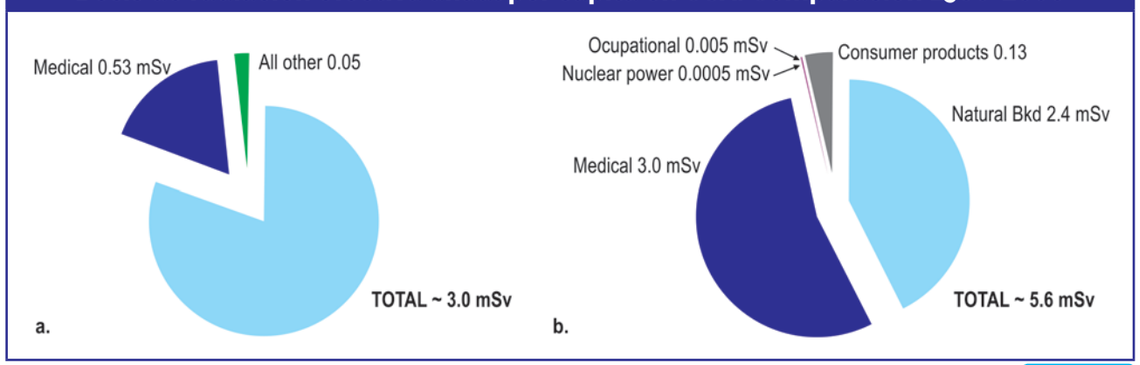
Existen medios de contraste que se utilizan en los estudios radiológicos *(radiología, tomografía computada, angiografías, hemodinamia)*, básicamente ***medios de contraste yodados no iónicos***, a su vez con diferentes concentraciones de yodo y osmolaridad. La concentración de yodo impacta en la calidad del estudio.

La alergia y la nefrotoxicidad son sus efectos adversos más temidos[12,13]. Los medios de contraste iónicos están prácticamente en desuso por mayores efectos adversos.

En Resonancia Magnética se utilizan diferentes derivados de ***gadolinio***, algunos de ellos con cierto grado de eliminación biliar lo que le proporciona beneficios adicionales en determinadas patologías. El efecto adverso más importante es la Fibrosis Nefrogénica Sistémica, afección rara que se ha visto en pacientes con insuficiencia renal severa que han recibido Gadolinio, por lo que se contraindica su uso en estas situaciones. Existen tres grupos diferenciados de agentes con Gadolinio en cuanto al riesgo a desarrollar FNS[12,13].

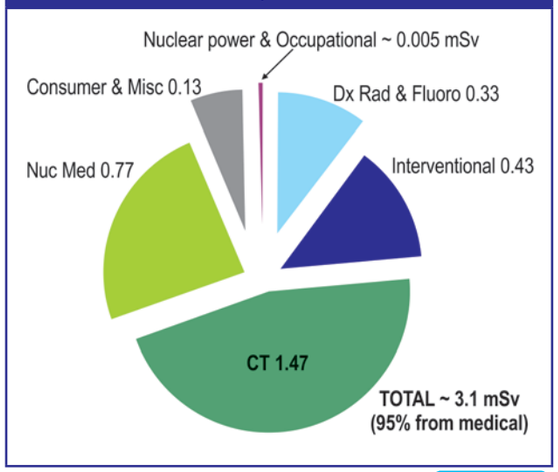
Escapa a esta reseña el análisis de los diferentes medios de contraste utilizados pero es fundamental que el servicio gestione de la mejor manera los productos que utiliza y sus beneficios de acuerdo al planteo clínico presuntivo a fin de minimizar los riesgos para el paciente.

Dosis de radiación efectiva anual per capita en USA. Comparación 1980-2006



Extraído de Radiology [14]. **Figura 2**

Dosis de radiación efectiva anual per capita generado por el ser humano en USA, año 2006



Extraído de Radiology [14]. **Figura 3**

Radioprotección

En la década de los 80 se estimaba que la dosis anual de radiaciones recibida per cápita era de 3mSv, la mayor parte de ella aportada por la radiación natural del entorno, contribuyendo la radiación recibida por los estudios médicos en 1/6 del total.

Al año 2006, la radiación per cápita pasó casi al doble, se mantuvo estable la radiación del entorno pero la radiación por estudios médicos pasó a ser superior al 50%, siendo la ***tomografía computada*** la mayor contribuyente[14,15] *(Ver Figuras 2 y 3)*.

Si bien la relación entre radiación médica y la posibilidad de desarrollo de cáncer es controvertida, hoy en día se acepta que esa posibilidad existe, es muy baja y el riesgo es lineal en relación a la dosis recibida[15,16]. Por lo tanto, es una preocupación de la comunidad en general, de los médicos y de los imagenólogos el uso adecuado de las radiaciones.

El concepto de ALARA *("as low as reasonably achievable")*, propende usar la menor dosis de radiación posible para obtener un estudio de valor diagnóstico[17]. En este sentido, la optimización y justificación son las bases de la radioprotección.

- ***Optimización de las dosis***: teniendo equipamiento adecuado, usando la menor dosis de radiación posible sin afectar la calidad diagnóstica *(aún en detrimento de la "belleza" de los estudios)*, ajustar las dosis en niños, especialmente en Tomografía Computada *(niños y mujeres son más susceptibles a los efectos de las radiaciones ionizantes)*.
- ***Justificación***: el rol corresponde al médico prescriptor. No se deben realizar estudios innecesarios, procurar usar técnicas de imagen que no irradien y usar guías de práctica clínica que determinen qué estudios de imagen realizar ajustados a la condición clínica del paciente[17-20].

Todos los equipos que utilizan radiaciones ionizantes deben de estar debidamente señalizados, con acceso restringido, para evitar la irradiación innecesaria tanto de los pacientes, como de los acompañantes y el personal de la salud.

Telerradiología

La Telerradiología se basa en la transmisión electrónica de imágenes clínicas *(en particular imágenes radiológicas o de resonancia magnética)* de un lugar a otro a los efectos de su interpretación y/o consulta[21-24].

El fundamento de la telerradiología es la elaboración de informes radiológicos a distancia del equipo que genera las imágenes. El objetivo es mejorar la calidad de la asistencia médica de los pacientes asegurándole la realización de los estudios aún con la falta de médico imagenólogo en el sitio donde se generan los estudios. Permite además la realización de consultas de segunda opinión a distancia.

Objetivos de la telerradiología

- Proporcionar servicios de consulta y de interpretación radiológica.
- Permitir la realización de consultas radiológicas en los servicios de salud que no dispongan de Médico Imagenólogo en el lugar.
- Proporcionar la interpretación de las imágenes en tiempos adecuados.
- Proporcionar apoyo en caso de necesidad de "***subespecialidades***" en Imagenología, según sea necesario.
- Mejorar las oportunidades educativas para la práctica de los médicos Imagenólogos.
- Promover la eficiencia y mejora de la calidad.
- Formar parte del desarrollo de la Telemedicina.
- Permitir la supervisión externa de los estudios de imagen.

La Telerradiología debe realizarse en el ámbito de un Servicio de Imagenología; el centro que genera los estudios debe cumplir con las normas legales que rigen la práctica médica en general, la radiología y la telerradiología[22].

Entre sus riesgos se destacan que la mala utilización puede despoblar a las instituciones de médicos imagenólogos, puede provocar la comercialización del informe radiológico como un producto, y el desconocimiento del responsable que realiza el informe radiológico.

Consideraciones generales

Toda la actividad que se desarrolla en un Servicio de Imagenología debe estar centrada en la necesidad del paciente.

Un Servicio de Imagenología que pretenda ser de buena calidad debe informar todos los estudios que en él se realicen, en forma oportuna y con un contenido adecuado.

El personal debe ser calificado: los que operen los equipos deben ser Licenciados o Técnicos en Imágenes y los médicos deben ser especialistas titulados. Su desempeño preferentemente debe estar orientado por órganos y sistemas y no por equipamiento médico *(adecuando este concepto al sitio geográfico donde se desempeñe y al número de especialistas en el lugar)*.

Deben manejarse los conceptos de radioprotección y existir una voluntad Institucional de capacitación continua de su personal médico, técnico y auxiliar, así como una continua mejora de su equipamiento. No es mejor el servicio que tenga el mejor equipamiento en determinado momento sino aquel que tenga una tradición de mejora continua, que optimice el uso de los recursos disponibles, que exponga al menor riesgo posible a sus pacientes y al personal obteniendo los mejores resultados, es el que participa con el conjunto de las demás disciplinas médicas para establecer guías de práctica clínica que sirvan de apoyo al médico clínico en la solicitud de estudios de imagen y que contribuye al desarrollo de investigación.

En los próximos números realizaremos actualizaciones de temas frecuentes en la clínica y el aporte de los diversos métodos de obtención de imágenes, como en el cáncer de mama, accidente cerebrovascular y obstrucción biliar, a cargo de diferentes integrantes del Depto. Clínico de Imagenología del Hospital de Clínicas. [10, 25, 26]

Recibido: 10/10/16
Aprobado: 20/11/16

Referencias bibliográficas

1. Wilson E. Comienzos de la Radiología en el Uruguay. Rev Imagenol, oct. 2009, 2da ep. 13(1):9-18.
2. Tardáguila F; Bonmati LM; Bonmatí J. El informe radiológico: filosofía general (I). Radiología 2004; 46 (4):195-8
3. Bonmati LM; Tardáguila F; Bonmatí J. El informe radiológico: estilo y contenido (II). Radiología 2004; 46 (4):199-202.
4. American Collage of Radiology. ACR Standard for communication: diagnostic radiology.
5. Hall F. Language of the radiology report: Primer for residents and wayward radiologists. AJR 2000; 175: 1239-42.
6. Berlin L. Malpractice issues in radiology. Pitfalls of the vague radiology report. AJR 2000; 174: 1511-1518.
7. García C; Ortega D. El informe radiológico: ¨Por sus dichos los conocereis¨. Revista Chilena de Radiología 2001; (7)2: 65-69.
8. Mc Louhin R F; So C; Gray R; Brandt R. Radiology reports: how much descriptive details is enough? AJR 1995; 165:803-806.
9. B Reiner, E Siegel, F Hooper and D Glasser Radiology. Effect of film-based versus filmless operation on the productivity of CT technologists. 1998; 207.
10. Sociedad Española Radiología Médica (SERAM). Guía de gestión de los Servicios de Radiología. Última actualización el 20 de julio del 2014. Disponible en: http://seram.es/modules.php?name=news&idnew=1074
11. MRI SAFETY.COM. (consultado 06 de Octubre de 2016). Disponible en: www.mrisafety.com
12. European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on Contrast Media. (consultado 06 Octubre de 2016) Disponible en: www.esur.org/guidelines/sp/index.php
13. American College of Radiology (ACR) Manual on Contrast Media. Versión 10.2. Disponible en: http://www.acr.org/Search?q=contrast%20mediaACR Appropriateness Criteria.
14. Mettler FA Jr. Bhargavan M, Faulkner K, et al. Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: frequency, radiation dose, and comparison with other radiation sources-1950-2007. Radiology. 2009; 253:520-531.
15. Brenner DJ, Hall EJ. Computed Tomography - An Increasing Source of Radiation Exposure. N Engl J Med, Nov. 2007, (357): 2277-2284.
16. Linet MS, Slovis TL, Miller DL, et al. Cancer Risks Associated with External Radiation From Diagnostic Imaging Procedures. CA Cancer J Clin. 2012 ; 62(2): 75–100.
17. Sociedad Argentina de Radiología (SAR). ICRP Protección Radiológica en Medicina. Buenos Aires, SAR, 2011. (Publicación 105)
18. SFR. Guide du Bon Usage des examens d'imagerie médicale. Disponible en: http://gbu.radiologie.fr/
19. SAR coord. Guía de recomendaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen. 2da ed. Disponible en: www.sar.org.ar/web/educ_guias.php
20. ACR Appropriateness Criteria. En www.acr.org.
21. European Society of Radiology. ESR white paper on teleradiology: an update from the teleradiology subgroup. Insights Imaging (2014) 5:1–8. DOI 10.1007/s13244-013-0307-z
22. Ministerio de Salud Pública. Dirección General de Salud. División de Evaluación Sanitaria. Departamento de Evolución de Tecnología (UY). Pauta Nacional de Teleradiología. Montevideo, MSP
23. SERAM. Decálogo de buenas prácticas en telerradiología. SERAM, 2015.
24. COLEGIO INTERAMERICANO DE RADIOLOGIA (CIR) . Políticas, Estándares, Guías y Recomendaciones para la implementación de servicios de Telerradiología en los países miembros. Agosto de 2011.
25. Sociedad de Radiología e Imagenología del Uruguay. Guía de buenas prácticas para el médico imagenólogo Rev Imagenol, julio-dic. 2016, 20(1): en prensa.
26. Sociedad Española Radiología Médica (SERAM). Recomendaciones de "no hacer" para médicos prescriptores, radiólogos y pacientes. Disponible en: http://seram.es/modules.php?name=news&idnew=1074.