

80 años de la Sociedad Chilena de Radiología

Radiología intervencionista en Chile

Radiología en Chile: el comienzo de una historia

**Historia de la Sociedad Chilena de Radiología:
reflexiones para el futuro**

**Tres reflexiones para mejorar la educación de
residentes: preparando el futuro de la radiología**

**¿Es necesaria la formación ética
en la práctica radiológica actual?**

**El revisor de artículos científicos:
una pieza clave del proceso editorial**

Homenaje al padre de la radiología: W.C. Roentgen

**Estado actual del diagnóstico de la displasia
del desarrollo de las caderas en el siglo XXI**

**Estudio radiológico no invasivo
del sistema urinario en el siglo XXI**



PERMANYER
www.permanyer.com



PACSonWEB

EL PODER DE LA CLOUD-NATIVA AL SERVICIO DE LA IMAGEN MÉDICA

Desarrollado e implementado en la nube, PACSonWEB le ofrece todos los beneficios de las imágenes en la nube: menores costos operativos, diagnóstico y distribución en remoto, y mayor colaboración, con intercambio de información en tiempo real.

Agregue capacidades innovadoras en su servicio de imagenología de forma rentable y optimice la forma en que trabaja para brindar la mejor atención a sus pacientes.



Un único portal
para conectar
pacientes, médicos
y radiólogos.



Sin instalaciones y
siempre actualizado,
“zero footprint” real.



**Seguro y
confiable** por
diseño.



Finanzas claras,
modelo de
pago por uso.



26 años impulsando el acceso a la radiología



Conocimiento | Adaptabilidad | Confiabilidad

El conocimiento y experiencia de +26 años en la industria nos permite adaptarnos a las expectativas de nuestros clientes entregando el mejor resultado con la pasión y compromiso de nuestro equipo humano altamente calificado.

www.medizintechnik.cl

26
AÑOS



Entregando soluciones y soporte de alta precisión

Neusoft Medical Systems

Revolucionando la próxima generación de soluciones en imágenes

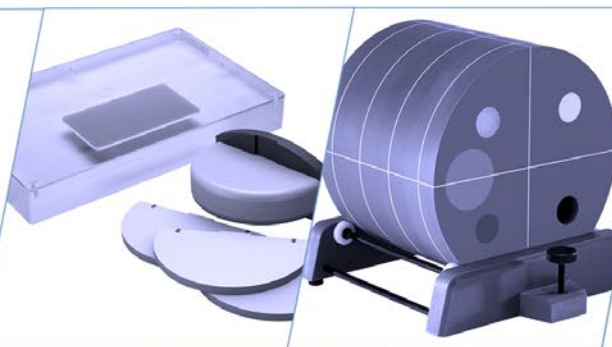
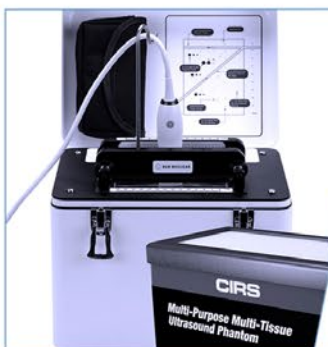


Línea NeuViz CT

16 cortes | 64 cortes | 128 cortes | 256 cortes | 512 cortes

Tecnología QUAD-SAMPLING * Resolución espacial de 24 lp/cm * Aplicaciones clínicas AI * Deeplearning para dosis bajas y calidad de imagen * Posicionamiento inteligente * 4D PERFUSIÓN

CT * MRI * PET/CT * Mamógrafo
Angiografía * X-Ray



SUN NUCLEAR
A MIRION MEDICAL COMPANY

Soluciones de control de calidad para mamografía, CT, US, y Rx

Contacto: gerencia@eygsa.cl / +562 2653 7362 / www.eygsa.cl



That's life in flow.

Plataforma Enterprise Imaging 8.2
Innovaciones y mejoras

Con las nuevas funcionalidades de Enterprise Imaging y sus flujos de trabajo inteligentes, las distracciones se desvanecen, lo que permite a médicos, gerentes de TI y líderes de atención médica satisfacer la creciente demanda con una mayor productividad, al tiempo que los libera para concentrarse en sus prioridades.

Mejores resultados clínicos y mejor atención al paciente.

Médicos satisfechos, productivos y enfocados.

TI de imágenes simplificada y gestión de imágenes médicas convergentes.

Crecimiento sostenido del negocio, con escalabilidad, abriendo nuevas oportunidades geográficas y de red.



Enterprise
Imaging
Platform

8.2

www.agfahealthcare.com

Reportes de precisión

Entrega consistencia y comunicación estructurada de los reportes entre radiólogos y médicos, mejorando la toma de decisiones en el cuidado de pacientes con soluciones de reporte estructurado innovadoras. Ofrece plantillas de reporte predefinidos basados en BI-RADS ACR y PI-RADS ACR junto al nuevo módulo de Obstetricia y Ginecología.

Servicios en la nube

El enfoque modular de Agfa HealthCare hacia la nube permite que los hospitales y las redes de atención médica incrementen el almacenamiento y la visualización de imágenes, la seguridad de los datos, la escalabilidad y la accesibilidad, al mismo tiempo que controlan los costos.

Portal XERO®

Pacientes y médicos satisfechos implican una mayor lealtad y mejores referencias para su organización. Médicos de referencia reciben los resultados más rápido después del examen, lo que permite que el tratamiento comience más rápido ayudando a evitar la retoma de exámenes.

RUBEE® para IA

RUBEE® con IA adapta los beneficios de la inteligencia aumentada en favor de los radiólogos en entornos de triage, orquestación de flujo, visualización avanzada, protocolos de colocación avanzados y reportes de precisión, de manera transparente con paquetes de IA prolijamente elegidos.

Contáctanos a través de nuestros ejecutivos

Andrés Bobadilla
andres.bobadilla@agfa.com

Ana María Peña
anamaria.pena@agfa.com



MEDPLAN MÁS DE 100 EQUIPOS INSTALADOS EN CHILE

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS DE VINNO EN CHILE

VISÍTANOS EN NUESTRA PÁGINA WEB WWW.VINNOCHILE.CL

¿Necesitas una demostración para ver las funcionalidades de tu nuevo equipo en primera persona? ¡Contáctate con nosotros!

Diseño e innovación con mejor costo eficiencia. ¡Visítanos en nuestras redes sociales!

-  Vinno Chile
-  [Vinnochile.cl](https://www.instagram.com/vinnochile.cl)
-  Vinno Chile



ECÓGRAFOS PARA TODAS LAS ESPECIALIDADES
Versiones portátiles, ultraportátiles y estacionarias.

COTIZA CON NOSOTROS A TRÁVES DE NUESTRO CORREO CONTACTO@VINNOCHILE.CL

PHILIPS

Philips, pioneros en innovación

Por 130 años, hemos mejorado la vida de las personas con un flujo constante de innovaciones de vanguardia

Los productos van y vienen... Las tecnologías cambian... Sin embargo, para Philips solo importa una cosa:

Crear **innovación significativa** que **mejore la vida** de las personas

Obtenga más información visitando
philips.com/healthcare



innovation  you



Andover

Alianza Médica

Innovación Tecnológica
para un diagnóstico
seguro y confiable



+56 2 24780000



contacto@andover.cl



Salar de Huasco 795, Pudahuel, RM

andover.cl

80 años de la Sociedad Chilena de Radiología

80th Anniversary of the Chilean Society of Radiology

David Ladrón de Guevara H.

Editor en Jefe, Revista Chilena de Radiología, Santiago, Chile

En este número, quisimos hacer un homenaje a los 80 años de la Sociedad Chilena de Radiología (SOCHRADI), incluyendo artículos inspirados en manuscritos publicados en nuestra revista a mediados del siglo pasado, escritos por eminentes radiólogos que relatan las técnicas de estudio de ese entonces basadas en la radiología tradicional, para contrastarlas con los métodos modernos. Recomiendo encarecidamente leer estos tres manuscritos, que estarán disponibles en el sitio web de la Revista Chilena de Radiología como material suplementario. En uno de ellos, que trata sobre el estudio de vías urinarias allá por el año 1945, se puede apreciar la complejidad en la preparación del paciente, la realización del examen y el carácter invasivo de algunos de estos exámenes, con un rendimiento diagnóstico variable, más que nada dependiente de las limitaciones intrínsecas de dichas técnicas. Los exámenes de imagen disponibles en la actualidad contrastan notablemente con la pielografía endovenosa empleada en ese tiempo.

En otro artículo que revisa la displasia de cadera, abundante en imágenes radiográficas, se detallan minuciosamente cada hallazgo y su significado. La lectura del artículo antiguo y luego del actual permite darnos cuenta del cambio sustancial en los conceptos y del aporte de nuevos exámenes de gran valor, como la ecografía, aunque la radiografía simple siga siendo

uno de los pilares diagnósticos igual que en el siglo pasado. El último artículo hace un relato biográfico de Wilhelm Conrad Roentgen, el padre de la radiología, con su contraparte actual que relata la apasionante vida de este científico y nos actualiza acerca del desarrollo de la radiología hasta ahora.

Por otro lado, quisimos mostrar también el estado actual de la práctica radiológica en nuestro país, no solo desde la esfera técnica y tecnológica, sino también en el ámbito práctico del ejercicio habitual de la radiología, y plantear perspectivas futuras respecto a avances como la inteligencia artificial y su relación con la formación de las nuevas generaciones de radiólogos. Mención especial requiere la consideración de los distintos aspectos éticos que acompañan a estos cambios en nuestro entorno, temática que también quisimos abordar en un completo artículo elaborado por el Comité de Ética de nuestra Sociedad.

Agradecemos la colaboración de la Sociedad Española de Radiología Médica, que además de participar en nuestro congreso como ilustre invitado, aporta un excelente artículo sobre el papel del revisor de artículos científicos, a cargo de la Dra. Cristina García, quien también forma parte de nuestro Comité Editorial.

Como radiólogo chileno, socio y colaborador de SOCHRADI, y Editor Científico de la Revista Chilena

Correspondencia:

David Ladrón de Guevara H.

E-mail: humdavidhm@hotmail.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 18-07-2023

Fecha de aceptación: 19-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.M23000022

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):87-88

www.resochradi.com

de Radiología, es un honor para mí participar en la conmemoración del aniversario n° 80 de la SOCHRADI. Felicito de todo corazón a todo el equipo humano que ha formado parte de nuestra Sociedad y ha hecho posible llevar a cabo este proyecto, tanto el equipo médico como aquellos que aportan desde otras áreas, todos indispensables en el desarrollo y crecimiento de una instancia como ésta.

Desde nuestra revista, esperamos seguir cumpliendo nuestra labor de comunicación y puente con la comunidad radiológica nacional e internacional, y de difusión del conocimiento a la que hemos sido llamados.

Un afectuoso saludo a todos los socios y colaboradores de SOCHRADI.

Atentamente,
David Ladrón de Guevara H.

Radiología intervencionista en Chile

Interventional radiologist in Chile

Marcos Tapia^{1,2}

¹Servicio de Radiología Intervencional, Hospital Hernán Henríquez Aravena; ²Servicio de Intervencionismo Percutáneo, Clínica Alemana. Temuco, Chile

Introducción

En el marco de la conmemoración de los 80 años de la presencia de la radiología en Chile, nos encontramos celebrando un hito significativo en la historia de esta disciplina médica que ha revolucionado la forma en que diagnosticamos y tratamos diversas enfermedades. En particular, la radiología intervencionista ha emergido como una subespecialidad vital, combinando el poder de las imágenes de diagnóstico con técnicas mínimamente invasivas para ofrecer soluciones terapéuticas efectivas y seguras. En esta revista conmemorativa, celebramos ocho décadas de avances y éxito en la radiología diagnóstica, sumando los últimos 20 años de su historia a la Radiología Intervencionista.

Un vistazo a la evolución de la radiología intervencionista en el mundo

A lo largo de los últimos 60 años, la radiología intervencionista ha experimentado un notable crecimiento en el campo médico. Desde los inicios del Dr. Svenlvar Seldinger en 1953, en el *Karolinska Institute* en Suecia, al crear la técnica que hasta el día de hoy es un pilar fundamental en el Intervencionismo tanto percutáneo como endovascular, buscando la forma de estudiar la irrigación de los tumores, sigue siendo una

pieza angular en el día a día de la subespecialidad. Posteriormente, surgió la genialidad del Dr. Charles Dotter, quien el 16 de enero de 1963 en la *Oregon Health and Science University* realizó la primera angioplastia en una arteria y publicó su trabajo, sentando así las bases para afirmar que el catéter tenía que ir más allá de su función diagnóstica.

Los inicios en Chile

Y cómo no, un chileno fue parte de estos inicios. En 1972, el Dr. Oscar Gutiérrez, cardiólogo intervencionista formado en la Universidad Católica, cursó una especialización en radiología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Oregon, llegando a ser posiblemente el primer radiólogo intervencionista chileno, mediante la combinación de su pericia en ambas disciplinas. Por más de 23 años, ejerció como investigador, profesor y cirujano, asumiendo el rol de director del Departamento de Cardiología Intervencionista en la Universidad de Rochester y en el *Hospital Strong Memorial* de Rochester, Nueva York. Contribuyó en el desarrollo de TIPS (Transyugular Intrahepatic Porto Systemic Shunt) y realizó viajes a más de 50 países impartiendo conferencias y enseñando técnicas en angioplastia. En 1999, regresó a Chile para unirse al equipo docente de la Universidad de Chile.

Correspondencia:

Marcos Tapia
E-mail: tapiamarcos@yahoo.com

Fecha de recepción: 09-07-2023

Fecha de aceptación: 14-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.23000048

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):89-97

www.resochradi.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

La Universidad de Chile y la Universidad Católica, impulsores de la formación en radiología intervencionista

En la aspiración de expandir la educación médica y adaptarse a los avances en la práctica clínica, tanto la Universidad de Chile como la Universidad Católica asumieron el reto de instaurar programas académicos en radiología intervencionista. Ambas instituciones reconocieron la relevancia de disponer de profesionales formados en técnicas mínimamente invasivas y con firmes conocimientos en el uso de imágenes de diagnóstico.

La Universidad de Chile: liderando el camino

La Universidad de Chile, por medio del Dr. Patricio Palavecino, fue precursora en el desarrollo de la radiología intervencionista en el país. Reconociendo la necesidad de formar profesionales en esta disciplina emergente, se conformó un equipo docente y se estableció la colaboración con profesionales capacitados en Europa y Estados Unidos, incluyendo en sus filas al previamente mencionado Dr. Oscar Gutiérrez. Esta colaboración permitió instaurar una robusta base de conocimientos y técnicas avanzadas que se impartirían a los futuros radiólogos intervencionistas en Chile.

La Universidad Católica: un compromiso con la innovación

La Universidad Católica, bajo la dirección del Dr. Mario Fava, también asumió el reto de formar a profesionales en radiología intervencionista. Reconociendo la importancia de la colaboración internacional, se establecieron vínculos con prestigiosas instituciones académicas en Europa y Estados Unidos. Estas alianzas permitieron a la Universidad Católica incorporar los avances más recientes y técnicas en su programa de formación, equipando a los estudiantes para afrontar los retos clínicos y tecnológicos en la práctica de la radiología intervencionista.

El desarrollo local en radiología intervencionista, gracias al compromiso de la Universidad de Chile y la Universidad Católica, empezó a cimentarse en Chile. Estos equipos docentes formaron a los primeros profesionales en el país, quienes se convirtieron en los líderes y promotores de la especialidad. Los conocimientos adquiridos en Europa y Estados Unidos se implementaron en la práctica clínica local, permitiendo

ofrecer tratamientos más avanzados y efectivos a los pacientes chilenos.

Esta evolución histórica se desarrolla en paralelo a los acontecimientos mundiales, puesto que no es hasta el año 2010 cuando se alcanza un consenso sobre lo que constituye la subespecialidad, bajo el auspicio de la Society of Interventional Radiology:

- Especialidad distinta de radiología que incluye a especialistas con experiencia en imágenes de diagnóstico y seguridad de la radiación.
- Experiencia en procedimientos y técnicas mínimamente invasivas guiadas por imágenes aplicadas a múltiples enfermedades y órganos.
- Experiencia en la evaluación y manejo de pacientes adecuados para las intervenciones guiadas por imágenes incluidas en el alcance de la práctica de radiología intervencionista.
- Capacidad de invención e innovación continuas de nuevas técnicas, dispositivos y procedimientos.

Los programas nacionales, iniciados en el año 2000, comulgaban con estos mismos principios rectores.

Un crecimiento expansivo

En las últimas décadas, la radiología intervencionista ha experimentado un crecimiento acelerado y diversificación de sus aplicaciones. Hoy abarca una amplia gama de aplicaciones clínicas. A continuación, se presentan algunas de las más relevantes:

- Tratamiento de enfermedades vasculares: La angiografía es una técnica comúnmente utilizada en la radiología intervencionista para visualizar los vasos sanguíneos y evaluar su estado. Además, se pueden realizar procedimientos como la angioplastia, trombectomía y la colocación de stents para tratar arterias estrechas o bloqueadas.
- Embolización: Este procedimiento se utiliza para bloquear o reducir el flujo sanguíneo hacia un área específica del cuerpo. Se emplea en el tratamiento de tumores, malformaciones arteriovenosas, hemorragias internas y fibromas uterinos, entre otros.
- Ablación por radiofrecuencia o microondas: Consiste en la aplicación de energía de radiofrecuencia para destruir tejido enfermo o tumoral. Se utiliza en el tratamiento de tumores hepáticos, renales, pulmonares y óseos, ofreciendo una alternativa menos invasiva a la cirugía tradicional.
- Biopsias guiadas por imágenes: Se realizan para obtener muestras de tejido de áreas específicas del cuerpo utilizando técnicas de imagen para guiar la

- aguja hacia la región objetivo. Esto permite un diagnóstico preciso sin necesidad de cirugía abierta.
- Drenaje de abscesos y colecciones: La radiología intervencionista se utiliza para drenar acumulaciones de líquido, como abscesos o colecciones de fluido en el abdomen o el pecho, utilizando técnicas de punción guiadas por imágenes.
 - Tratamiento del dolor: Se utilizan técnicas de bloqueo nervioso para aliviar el dolor crónico en áreas como la columna vertebral, las articulaciones y los nervios periféricos.
 - Tratamiento de enfermedades hepáticas: La radiología intervencionista ofrece tratamientos mínimamente invasivos para enfermedades hepáticas, como la ablación por radiofrecuencia de tumores hepáticos y la colocación de derivaciones portosistémicas transyugulares (TIPS) para tratar la hipertensión portal.

El auge tecnológico

El avance tecnológico ha sido un factor determinante en el crecimiento de la radiología intervencionista. El desarrollo de equipos de imágenes de alta resolución, como la tomografía computarizada y la resonancia magnética, ha permitido una guía más precisa y segura de los procedimientos. Además, la incorporación de sistemas de navegación asistida por imagen en los modernos equipos de angiografía (Fig. 1), así como la asistencia remota y la terapia focalizada, han ampliado aún más las posibilidades terapéuticas (Fig. 2).

Estas técnicas se han ido unificando progresivamente, dando lugar al concepto de *Pabellones de Intervencionismo Percutáneo* (Fig. 3). En estos pabellones, el angiógrafo es capaz de realizar la Tomografía por Haz Cónico (*Cone Beam Computed Tomography*), mientras que el ecógrafo asiste directamente. Además, se permite la fusión de todos estos sistemas de imágenes con guías de navegación y de punción (Fig. 4). Esto ha llevado a la aparición de nuevos pabellones, administrados por radiólogos intervencionistas, que ofrecen un entorno de trabajo de alta seguridad para el paciente, con estándar quirúrgico, elevados flujos de trabajo y, lo más relevante, una atención ambulatoria que descongestiona los sistemas hospitalarios saturados.

Durante la época más compleja del COVID-19, este modelo de atención cobró gran importancia al minimizar riesgos y acelerar la recuperación de pacientes complejos cuando no había camas disponibles en los hospitales. Por otra parte, los problemas de salud más

desafiantes y complejos que enfrenta un sistema sanitario en la actualidad encuentran solución en estos pabellones, como el Accidente Cerebro Vascular, el Tromboembolismo de Arterias Pulmonares, las hemorragias, entre otros.

Codificación

Este es un capítulo aparte. Cada nueva subespecialidad busca su nicho y reconocimiento dentro del sistema de salud.

En el año 2014, se iniciaron trabajos con el Fondo Nacional de Salud (FONASA) para actualizar el nomenclador, que en ese momento no reflejaba la realidad de lo que se hacía. La autoridad tenía un gran desconocimiento al respecto.

Después de cuatro años de trabajo y llegar a un consenso con otras sociedades, incluyendo Cardiología y Cirugía Vascular, se entregó un documento técnico para actualizar las prestaciones. Sin embargo, la respuesta fue negativa. Los motivos fueron la baja presencia de radiólogos intervencionistas en el sistema público y la escasez de centros formadores.

A pesar de ello, el equipo de trabajo, del cual tuve el privilegio de participar, no se dio por vencido. Continuamos con nuestra misión, marcando presencia en instituciones públicas y privadas. Destinamos a posbecados a estos recintos y trabajamos en la creación de nuevos centros formadores. En el 2020, volvimos a intentarlo.

Esta vez FONASA tenía un plan y nos llamaron en plena pandemia. Hubo entusiasmo, finalmente nos incluyeron (Fig. 5). Tuvimos mayor presencia nacional y avanzamos en la tarea. Sin embargo, nuevamente se postergó la cobertura, esta vez por decisión de Hacienda. Son más de 50 prestaciones propuestas en espera de reconocimiento.

El Plan Nacional del Cáncer 2022-2027 (Fig. 6) contempla el desarrollo de centros especializados e integrados a nivel nacional e incluye la radiología intervencionista en algunos de estos centros. Esto responde a la sugerencia internacional de formar el 4° pilar de terapia del cáncer con radiología intervencional (Fig. 7). Finalmente, ahora somos parte del manejo integral de esta patología.

Pabellones de intervencionismo: realidad actual

La renovación tecnológica se ha enfocado en equipos que han ampliado sus capacidades más allá de lo que conocíamos, como la sustracción digital, que



Figura 1. Guías de navegación endovascular: Se establece en base a la adquisición angiográfica, Cone Beam Computer Tomography software de perfusión los vasos que irrigan el tumor, en una representación tridimensional.



Figura 2. Sistemas de asistencia remota, cámaras de alta resolución dirigidas a distancia (monitor de la derecha) y sistemas individuales de asistencia (proyección de información en las gafas de los operarios, interacción de audio y video personalizado).



Figura 3. Pabellón de Intervencionismo Percutáneo: En un solo lugar, se encuentra el angiógrafo, ecógrafo, máquina de anestesia y sistemas de postproceso.

anteriormente estaba limitada principalmente a Cardiología y electrofisiología debido a la falta de software adecuado. Sin embargo, esta situación ha cambiado.

El volumen de pacientes atendidos por Intervencionismo es enorme y ha permitido rentabilizar estas inversiones en tecnología.

En particular, me referiré a los equipos destinados a Radiología Intervencionista. El Hospital Clínico de la Universidad de Chile y la Clínica Alemana de Temuco ya han actualizado sus equipos a modelos más modernos, y en los próximos meses, el Hospital Regional de Temuco realizará la misma renovación con dos equipos en 2024 y otros dos en 2027. Asimismo, la Clínica Alemana de Santiago seguirá este camino.

No obstante, es importante tener en cuenta que existen 54 equipos de angiografía distribuidos por todo el país cuyo estado operativo no se conoce completamente. La misión es asumir con responsabilidad estos espacios,

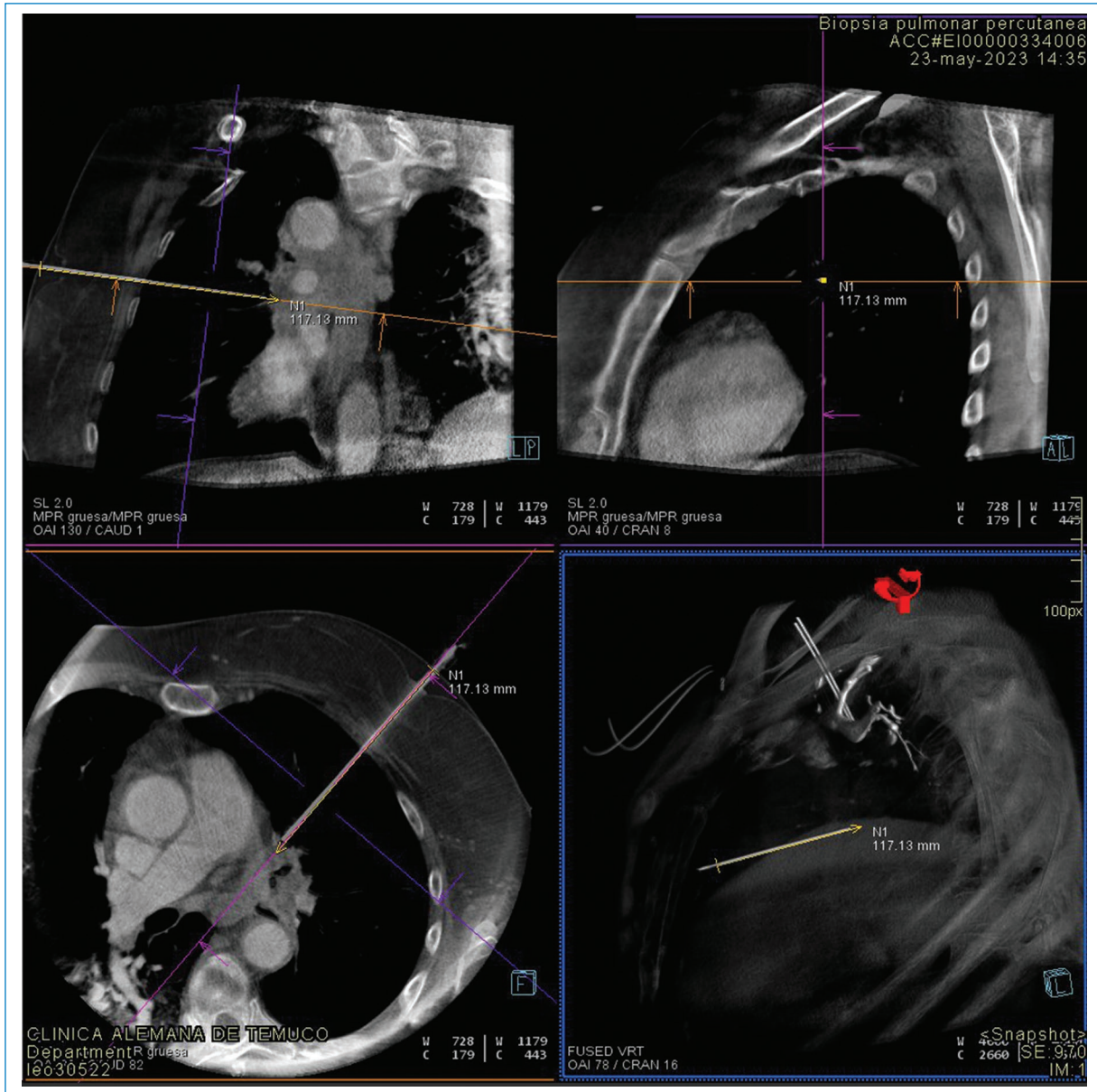


Figura 4. Guía de punción estereotaxica por Cone Beam CT, entorno de guías de punción de máxima eficacia y eficiencia.

utilizando y modernizando estos equipos. Por ello, invito a encontrar la motivación, buscar soluciones y fomentar la creatividad para mejorar aún más en este campo.

Desafíos

El intervencionista debe asumir un rol clínico completo, que incluye realizar consulta abierta y participar en el policlínico. Es esencial participar en reuniones

clínicas y comités oncológicos, impartir charlas a estudiantes y organizar cursos.

El formato de evaluación y derivación de pacientes debe aprovechar las ventajas de nuestros sistemas de RIS/PACS (*Radiology Information System/Picture Archiving and Communication System*), permitiéndonos ser autónomos en la interpretación de imágenes, acceder a ellas a distancia y manejar todo nuestro ámbito de acción de forma 100% digital y medible en



Figura 5. Plan de trabajo FONASA “Medicina Intervencional”. <https://leydelcancer.minsal.cl/documentos/Marco-general-del-Plan-Nacional-de-Cancer-2022-2027.pdf>

cada paso. La ecuación es casi perfecta, ya que una evaluación puede llevar a una intervención directa, y no debemos temer recibir pacientes que buscan una solución. Debemos ser capaces de acogerlos y conectarlos con un equipo de tratantes sin esperar siempre una derivación.

Contamos con buenos profesionales y acceso a la última tecnología para el tratamiento de enfermedades.

No enfrentamos trabas burocráticas sanitarias como en otros países de la región, y la industria confía en nosotros. Debemos poner esta ventaja al servicio de la población, pero debemos también publicar nuestras experiencias y participar en la elaboración de guías clínicas para el manejo de patologías. Aunque el volumen de cada grupo puede ser limitado, el sumar estudios multicéntricos puede tener un mayor impacto que



Figura 6. Cáratula del plan nacional del cáncer, Ministerio de Salud. <https://leydelcancer.minsal.cl/documentos/Marco-general-del-Plan-Nacional-de-Cancer-2022-2027.pdf>

un caso anecdótico. Es importante conocer lo que están haciendo otros equipos en el país.

Se han logrado avances significativos, como la primera Jornada de Radiología Intervencionista de Chile en 2022, con una excelente asistencia. Este año, se ha continuado con reuniones presenciales y remotas del Capítulo de Radiología Intervencionista, sumando más de 36 asistentes (Fig. 8). Para este año, están planificadas las 2ª Jornadas en Pucón, ampliando el programa para satisfacer las inquietudes de otros miembros de los equipos de trabajo en Intervencionismo, incluyendo anestesiólogos, tecnólogos médicos, enfermeros y Técnicos en Enfermería de Nivel Superior (TENS).

Debemos enfocarnos en potenciar la especialización del personal en nuestros pabellones, ya que los equipos y dispositivos son cada vez más complejos, y los pacientes más difíciles. Este personal es vital y merece una subespecialización. Podemos compararlo con un equipo de carreras, donde cada miembro debe realizar acciones perfectas, pasando de atender un acceso vascular complejo en un prematuro a realizar una trombectomía de una arteria pulmonar en un adulto inestable, sin errores ni estrés mal llevado. Debemos ser capaces de competir en carreras de resistencia como *Le Mans*, en desafíos extenuantes como el *Rally Dakar*, y con la adrenalina de una carrera de Fórmula 1 en Silverstone, todo en un mismo día y siempre obtener resultados sobresalientes. Las universidades deben abrir estos

espacios de formación y nosotros debemos llevar a cabo esta tarea.

Centros formadores en Chile

En Chile, la radiología intervencionista ha seguido de cerca la evolución internacional de la especialidad. Desde sus inicios en el país, los radiólogos intervencionistas chilenos han demostrado una dedicación excepcional en el desarrollo de esta rama. Han establecido grupos de trabajo, fomentado la investigación y colaborado con colegas de diversas disciplinas para ofrecer atención integral a los pacientes.

Asimismo, los programas formadores también se han ampliado. En la actualidad, las instituciones que cuentan con programas de formación son: Universidad de Chile/Hospital José Joaquín Aguirre, Universidad del Desarrollo/Clínica Alemana de Santiago y Universidad de la Frontera/Hospital Regional y Clínica Alemana de Temuco.

Perspectivas futuras

La radiología intervencionista sigue evolucionando y se espera que desempeñe un papel cada vez más relevante en la medicina moderna. Algunas de las áreas en las que se anticipan avances significativos son:

- Terapia de imagen guiada: La combinación de la radiología intervencionista con la terapia celular y molecular permitirá desarrollar tratamientos más específicos y personalizados.
- Nanotecnología en la radiología intervencionista: La incorporación de nanomateriales y nanopartículas mejorará la precisión y eficacia de los tratamientos al permitir la liberación controlada de medicamentos o la entrega de agentes terapéuticos directamente en el sitio de interés.
- Terapia focalizada: Se espera que los avances en la radiología intervencionista permitan realizar tratamientos más focalizados, evitando dañar tejido sano y reduciendo al mínimo los efectos secundarios.
- Robótica y navegación asistida por imagen: El uso de robots y sistemas de navegación avanzados permitirá realizar procedimientos más precisos y seguros, así como acceder a áreas de difícil acceso.

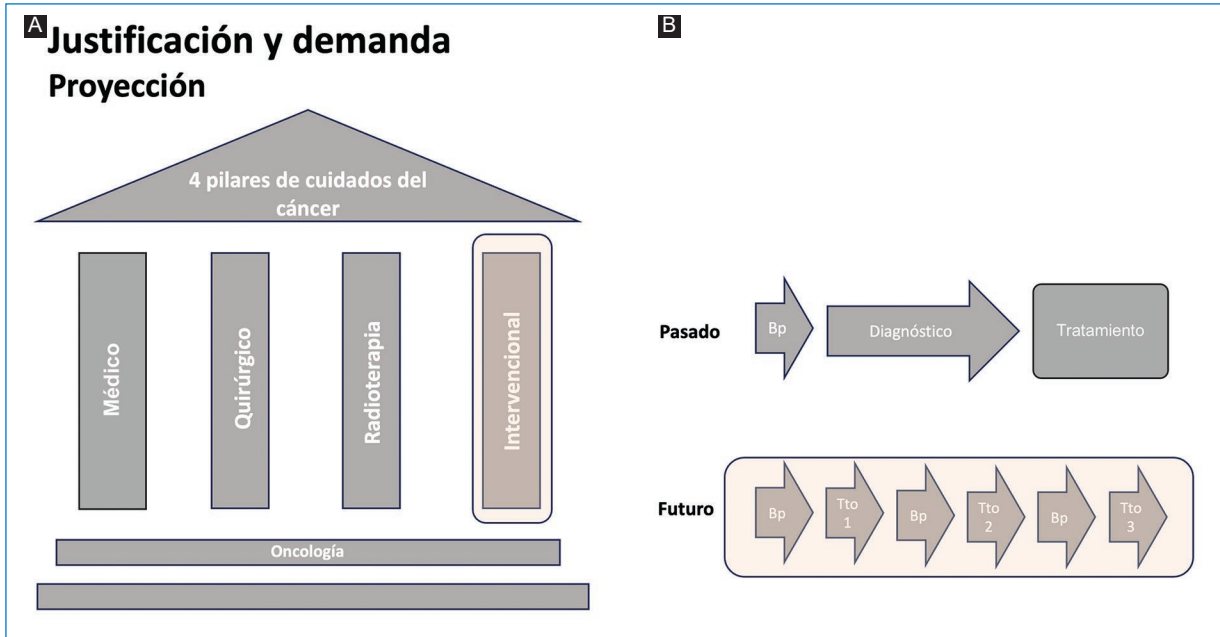


Figura 7. A y B: intervencional como 4º pilar de la terapia actual del cáncer, participando en el diagnóstico, la rehabilitación, la terapia, el manejo de complicaciones y paliativos.



Figura 8. Reunión del capítulo de Radiología Intervencionista. Mayo de 2023.

Conclusión

La radiología intervencionista ha transformado la forma en que se diagnostican y tratan diversas

enfermedades, brindando a los pacientes opciones terapéuticas menos invasivas y más efectivas. A medida que la tecnología avanza, la radiología intervencionista continuará evolucionando y desempeñará

un papel fundamental en la medicina moderna. Los futuros desarrollos en esta especialidad prometen mejorar aún más la precisión y efectividad de los tratamientos, mejorando la calidad de vida de los pacientes y abriendo nuevas posibilidades en el campo de la medicina intervencionista.

En esta revista conmemorativa, celebramos ocho décadas de avances en radiología. Desde sus inicios hasta su estado actual como una disciplina médica integral, la radiología intervencionista ha dejado una huella imborrable en la medicina Chilena. Agradecemos a los pioneros, investigadores, clínicos y pacientes que han contribuido a su éxito y esperamos con entusiasmo lo que depara el futuro para esta especialidad dinámica y esencial.

Agradecimientos

El autor agradece el enorme esfuerzo de los anes-
tesiólogos, tecnólogos, médicos, enfermeros y TENS
que día a día realizan un trabajo extraordinario en
beneficio de nuestros pacientes, sacrificando muchas
veces intereses personales y postergando a sus
familias.

Financiamiento

El autor declara no haber recibido ninguna fuente de financiamiento.

Conflicto de intereses

El autor declara no presentar ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Radiología en Chile: el comienzo de una historia

Radiology in Chile: the beginning of a history

José D. Arce

Servicio de Radiología e Imágenes, Clínica Santa María, Santiago, Chile

*Un soneto me manda hacer Violante,
que en mi vida me he visto en tanto aprieto...
Lope de Vega*

Introducción

Mayor aprieto es intentar escribir esta historia, que implica narrar hechos pasados dignos de ser recordados, una aspiración de la Sociedad Chilena de Radiología con respecto a la evolución en el país, de nuestra especialidad.

La historia se forja con el tiempo, y la falta de documentación conlleva al olvido como consecuencia. Cuando se me pidió esta tarea, mencioné la dificultad que implicaba, ya que había escasas fuentes y la investigación a través de entrevistas sería complicada, dado que aquellos que conocían esta historia ahora forman parte de ella.

Una antigua Revista Chilena de Radiología de 1945 fue la inspiración del actual directorio para encomendarme esta labor. Quien lo solicitó desconocía su procedencia, y me sorprendió que aquel presente que atesoré durante años y entregué a la Sociedad durante el mandato del Dr. Marcelo Gálvez, aún existiera.

Al llegar por la calle Dávila hasta la que fue la Clínica Alemana, en ese momento llamada Clínica Bancaria y hoy conocida como Clínica Dávila, comenzamos a trabajar por invitación de su director médico en 1977. Me sorprendió que el edificio tuviera más aspecto de antigua casa patronal campesina que de recinto

hospitalario. Al fondo, después de un hermoso parque con árboles centenarios, un moderno edificio sacudió mi asombro inicial. En la parte antigua, estaba el servicio de radiología, con equipos bastante añosos. Una oficina de recepción que servía para diversas funciones a la vez exhibía la fotografía del antiguo jefe de servicio Dr. Otto Riedel, algunos libros y la mencionada revista, olvidada al fondo de un cajón. Inmediatamente llamó mi atención y a pesar de mi honorabilidad, decidí rescatarla, manteniéndola segura durante años, apareció en un cambio de casa y de ahí a la Sociedad.

Para superar esta dificultad, que resultaba ardua para un hombre solo, opté, al igual que cuando trabajamos y necesitamos confirmar alguna sospecha diagnóstica, recurrir a una mano y mente amiga. No lo dudé ni un instante y la persona indicada fue mi compañero de universidad, beca y trabajo durante toda una vida, el Dr. Francisco Javier Medina Infante, con gran habilidad para escribir y que, además, fue presidente de la Sociedad Chilena de Radiología durante varios años. Agradezco su revisión y contribución de datos.

Es posible que muchas cosas queden olvidadas, sin ninguna intención, simplemente debido al desconocimiento. Por lo tanto, esperamos cumplir de la mejor manera con la tarea encomendada.

De los orígenes

Serendipia, una hermosa palabra de nuestra lengua, marca el inicio de esta historia, ya que refleja el

Correspondencia:

José D. Arce

E-mail: josearcevalenzuela@gmail.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 04-07-2023

Fecha de aceptación: 14-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.23000047

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):98-105

www.resochradi.com

descubrimiento de los rayos X por el profesor de física Wilhem Conrad Roentgen el 8 de noviembre de 1895 en su laboratorio de la Universidad de Würzburg, Alemania. Aquella primera radiografía de la mano de su esposa, obtenida el 22 de diciembre del mismo año, sin duda marcó un hito en la práctica médica. Además de proporcionar una nueva y valiosa herramienta de exploración, requirió la dedicación a ella, consolidando la especialización. Este casual, pero muy bien observado hallazgo, le hizo acreedor al Premio Nobel de Física, en su primera versión el año 1901.

La divulgación de este importante hallazgo fue tan rápida como lo permitía la época. El 21 de febrero de 1896, la noticia fue publicada en Chile en el periódico El Ferrocarril, que era el de mayor circulación en ese momento¹. La información científica también llegó y la motivación fue inmediata. El 27 de marzo de 1896, los ingenieros y profesores de física de la Universidad de Chile, Luis Ladislao Zegers Recasens y Arturo Salazar Valencia, comunicaron a la Sociedad Científica de Chile que habían obtenido la primera radiografía en Iberoamérica y la séptima a nivel mundial, siendo la mano de Zegers el sujeto de la imagen^{2,3,4}. El mérito de estos investigadores no solo radicó en replicar este hallazgo, sino en lograrlo tan solo noventa días después de que se conociera el descubrimiento de Roentgen. También el ingenio aplicado en dicha investigación, al no contar en el país de los elementos usados por Roentgen y reemplazarlos por lo que buenamente disponían. Cabe destacar que la comunicación de este experimento utilizó un lenguaje curioso, correspondiendo a una forma de escritura fonética creada por Salazar, cuyo título fue *Esperimentos sobre la produksion de los rayos de Rroentgen por medio de las lamparillas de kadenzia electricas*¹. Es igualmente interesante que esta experiencia fue comunicada en las *Actes de la Societe Scientifique du Chili*, reflejo de la fuerte influencia francesa de aquella época³. Los detalles sobre cómo se llevó a cabo esta investigación se dieron a conocer más tarde por Salazar al decano de la facultad de medicina, cuando tenía 83 años en 1938, y fueron revelados por el Dr. Félix Daza B. en Buenos Aires durante el primer congreso Interamericano de Radiología en 1943³.

Tras el descubrimiento, se inició la investigación y producción de equipos para su aplicación. En aquellos tiempos, nuestro gobierno, siguiendo la recomendación del Dr. José Joaquín Aguirre, envió varios médicos a Europa para especializarse en diversas disciplinas. El Dr. Tomás Albarracín León fue designado para especializarse en otorrinolaringología y, por iniciativa propia,

llevó al país el primer aparato de radioscopia en 1898. Su primera aplicación, comunicada en la Revista Médica de Chile en 1899, fue para localizar y extraer una moneda de cobre que se encontraba en el esófago de un niño de 2 años⁵. Estos aparatos de radioscopia se multiplicaron por todo el país y estuvieron presentes en las consultas médicas durante varios años, sin contar con medidas adecuadas de protección radiológica. Sin embargo, satisfacían en gran medida a los pacientes a quienes “pasaban por los rayos”. Al finalizar la década de 1970, durante el período final de mi formación médica, y debido a las casualidades que aquellos turbulentos años traían, me vi a cargo del último turno de la posta de pediatría del Hospital Sotero del Río. Allí tuve la oportunidad de utilizar uno de estos equipos. Después de un tiempo de adaptación a la falta de luz y con un niño que a menudo lloraba y se movía en ese ambiente hostil, se podía visualizar algo. Era particularmente útil para confirmar la presencia de focos neumónicos y derrames pleurales, que ya eran altamente sospechosos según la clínica.

El precursor del uso clínico de los Rayos X en nuestro país fue el Dr. José María Anrique Zuazagoitia, quien instaló un laboratorio de física médica en la escuela de medicina de la Universidad de Chile, de la cual fue designado profesor titular en 1889, creando así el laboratorio de radiología clínica. Mantenía un estrecho contacto con Zegers y Salazar, y en una sesión de la facultad de medicina en julio de 1896, para demostrar la utilidad de esta nueva técnica, mostró la radiografía obtenida por ellos y, en el mismo acto, obtuvo una radiografía de las manos del Dr. Ventura Carvallo Elizalde, quien era el decano de la facultad en ese entonces, en la sala de consejos². Posteriormente, fue enviado a Europa para adquirir el primer equipo radiográfico para la Universidad de Chile. Anrique falleció en 1916, dejando un legado que no solo lo reconoce como el precursor de la radiología en el país, sino también como quien inspiró a su sucesor y al que podemos considerar con justicia como el padre de la radiología clínica en Chile, el Dr. José Ducci Kallens^{3,5-8}.

El Dr. Ducci (1884-1931) ya mostraba su interés por la física desde su época de estudiante secundario en el Instituto Nacional, y su aprendizaje en esta materia se llevaba a cabo bajo la tutela de Arturo Salazar. Ingresó a la facultad de medicina en 1901 y se graduó en 1908. Durante sus primeros años en la facultad, continuó sus estudios de electrotecnia. Sus inquietudes iban más allá de lo meramente académico, y en 1906 fundó la Federación de Estudiantes de la Universidad de Chile, siendo su primer presidente⁶.

Una vez graduado, además de dedicarse a la neurología, dedicó parte de su tiempo a la cátedra de Física Médica, junto al Dr. Anrique, de la cual se hizo cargo tras el fallecimiento de este, y fue nombrado profesor de física de la Facultad de Medicina en 1917. Sus contribuciones a la nascente especialidad de Radiología fueron diversas, incluyendo la aplicación técnica y clínica, interpretación, difusión y creación de nuevos métodos, e incluso inventó modelos de Radioscopia Estereoscópica y Planigrafía. Entre 1923 y 1924 viajó por Europa y Estados Unidos, donde visitó centros radiológicos en Filadelfia, Chicago y Rochester. A su regreso, fundó en 1924 el Instituto de Radiología del Hospital San Vicente de Paul.

Aunque difundió y enseñó la nueva técnica, y fue el primer radiólogo activo del país, no llegó a establecer una verdadera escuela de radiología, quizás debido a su despido, por razones políticas, de la universidad en 1929 y a sus otras dedicaciones. A pesar de que fue reintegrado en 1931, su prematura muerte a los 47 años también contribuyó a esto.

De la consolidación

Aunque en gran parte de sus inicios, la radiología estuvo asociada al Hospital San Vicente de Paul, para 1910 la Junta Nacional de Beneficencia, que en ese entonces administraba los hospitales, acordó establecer un servicio de radiología en cada uno de ellos, además del ya mencionado Hospital San Vicente de Paul. Los hospitales que a partir de entonces contarían con este servicio incluían San Francisco de Borja, San Juan de Dios, Salvador y el Hospital de Niños, todos a cargo del director general, el Dr. Anrique⁵.

En la década de 1930, después de la Primera Guerra Mundial, el desarrollo de esta nueva especialidad no estuvo exento de dificultades. La lejanía del país respecto a los centros de desarrollo y la realidad socioeconómica, que se reflejaba en la escasez de textos en alemán e inglés, se conjugaron para dificultar el progreso de esta incipiente especialidad. Como expresó el Dr. Gian Mario Passano: «Contra todo, los radiólogos avanzan, son autodidactas, esforzados, estudian idiomas, traducen libros, viajan y realizan pasantías en el extranjero. Traen y transmiten lo aprendido»⁹.

A pesar de que el Dr. Luis Opazo Pardo, continuador de Ducci, consolidó el desarrollo de la radiología, es importante reconocer al Dr. Erick Heegewaldt von Sterger (1888-1944) como el maestro formador de una importante generación de radiólogos. Formado en Berlín, llegó al país en 1921 a los 32 años, gracias a

la iniciativa de un grupo médico creador del Instituto Sanitas. Su matrimonio con una chilena lo arraigó al país, y trabajó como jefe del Servicio de Radiología en el Hospital Roberto del Río y en la Casa Nacional de la Infancia^{5,10}.

En 1937 la Junta Nacional de Beneficencia, bajo la dirección del Dr. Sótero del Río G., reconocido tisiólogo, quien da cuenta de la escasez de radiólogos en el país, crea el Instituto Central de Radiología del hospital San Francisco de Borja y Heegewaldt fue llamado a hacerse cargo de este, siendo su fin no solo asistencial, sino que también docente. Allí trabaja y hace escuela. Fueron sus discípulos los doctores Fernán Díaz, Melchor Riera, Otto Riedel, Mario Meyerholz, Kurt Behn, Carlos Viviani, Alfredo Lepe, Hernán Cuevas, Armando Doberti, Manuel Neira, Ventura Ubilla y probablemente otros que están fuera de nuestro conocimiento, la mayor parte de ellos formadores de la nueva generación de radiólogos.

El estudio radiológico simple de tórax, radiografías esqueléticas y abdomen simple fue la gran ocupación en los primeros tiempos, y los estudios del tubo digestivo realizados con bismuto fueron ganando aceptación³. Es destacable la cantidad de información que los radiólogos pioneros podían obtener de estos estudios. Muchos signos fueron descritos, que quizás hoy son invisibles para las nuevas generaciones acostumbradas a las imágenes axiales. Los exámenes más complejos, se fueron perfeccionando y dando importante información, para el bienestar de los pacientes.

Durante un tiempo, cuando la tuberculosis era una gran preocupación en términos de salud y su detección era esencial, se utilizó la Abreugrafía o fotorradioscopia de tórax, creada por el médico radiólogo brasileño Manuel Abreu en 1918, lo que permitía obtener rápidamente una imagen radiológica del tórax. Algunos de nuestros predecesores y tisiólogos eran expertos en interpretar estas imágenes.

Indudablemente, las guerras mundiales dificultaron el mantenimiento de los equipos y el desarrollo de la especialidad. Sin embargo, el ingenio y la experiencia de algunos ingenieros y técnicos, incluidos los alemanes Poselius³, de quien sólo conocemos el apellido, y Juan Walz, quien «en su juventud conoció y trabajó con Roentgen como empleado en el laboratorio de física de Würzburg»¹⁰, permitieron reparar y reutilizar equipos en desuso para que los equipos en funcionamiento pudieran seguir siendo útiles.

La creciente demanda de exámenes de imagen hizo necesario formar nuevos radiólogos, lo que llevó la enseñanza al ámbito académico bajo el auspicio de las

universidades. En 1957, los primeros becarios, los Dres. Mario Corrales A. y Alexander Mac Cawley M., debutaron en la Universidad Católica¹⁰. En 1961, en el nuevo Hospital José Joaquín Aguirre de la Universidad de Chile, el Dr. Ricardo Ubilla fue uno de los becarios, aunque en este caso había becarios formados en diferentes centros reconocidos por la escuela de graduados, y se registra al Dr. Tomas Strauzer como el primer becario reconocido por esa entidad, quien a partir de 1956 desarrolló su formación en el Hospital San Borja¹¹.

En la experiencia personal el azar nos permitió vivir la transición entre los viejos tiempos y el desarrollo amplio de las nuevas técnicas de imagen, así como el cambio de la influencia de la radiología europea, particularmente alemana, a la norteamericana.

En 1973, al comienzo de nuestra formación en el servicio de radiología del Hospital Clínico de la Universidad Católica, aún había una cámara oscura para revelar placas radiográficas, pero ya funcionaba una reveladora automática que tardaba diez largos minutos en procesar las imágenes, lo cual hoy nos parece ultralento si lo miramos desde la perspectiva actual de la imagen inmediata.

En las salas de fluoroscopia, aún convivían las antiguas gafas rojas para adaptarse a la oscuridad, mientras que en otras salas, tenues iluminadas, se encontraban modernos equipos con intensificadores de imágenes y circuitos cerrados de televisión, además de un equipo de transición con óptica de espejos. Tanto el revelado automático como los intensificadores de imágenes habían sido creados después de la Segunda Guerra Mundial. La actividad transcurría entre la oscuridad y la intensa luz de los negatoscopios, que portaban las placas radiográficas que los eficientes auxiliares se encargaban de identificar y disponer en sobres para su posterior interpretación e informe.

Los pioneros de la radiología en Chile, además de diagnosticar, eran quienes se encargaban de adquirir las radiografías, gradualmente enseñaron esta tarea a auxiliares técnicos, en su mayoría mujeres. Notable la dedicación y calidad del trabajo por ellos realizado y del cual fui testigo por varios años. Se puede señalar los famosos "mejores radiografías de oídos de Santiago", técnicamente difíciles de obtener y que la señorita María Mori (hermana del gran pintor chileno Camilo Mori) lograba obtener con gran precisión. En 1960 se crea en la sede norte de la Universidad de Chile la primera escuela de Tecnología Médica. Estos nuevos profesionales fueron reemplazando paulatinamente a los auxiliares técnicos, con los cuales

compartieron en una encomiable convivencia por varios años.

En aquel tiempo, también representó un gran avance el desarrollo de las técnicas de intervencionismo diagnóstico, facilitado por el abandono de las condiciones oscuras en las que trabajaban nuestros predecesores. Angiografías, artrografías, colangiografías y muchas otras «grafías» impulsaban nuestro entusiasmo. Bastaba tener un trayecto o una cavidad, un catéter o sonda, medio de contraste o, a veces, solo aire para realizar el examen. En algunos casos, los catéteres eran moldeados con paciencia para cumplir su objetivo. El instrumental, las sondas y los catéteres se esterilizaban y reutilizaban hasta la aparición del VIH.

Los informes radiológicos, nuestro producto final, se elaboraban a mano o se dictaban en antiguos aparatos de grabación y se transcribían por diligentes secretarías, estando disponibles tan pronto como el proceso lo permitía. La urgencia requería observar placas recién reveladas, fijadas y lavadas, y el informe se escribía directamente a lápiz en la ficha clínica. Hoy en día, no podemos lamentarnos si el sistema RIS-PACS se cae por un momento.

La protección radiológica no era una gran preocupación en los primeros años. Fue en 1955 cuando Naciones Unidas reguló su uso y la fabricación de equipos. La especialidad era considerada de riesgo, y los radiólogos gozaban algunos beneficios, así el primer año de beca goce dos semanas de vacaciones extras en invierno. Lamentablemente esta regalía se suprimió al año siguiente.

Los antiguos equipos de rayos, de color negro y con un diseño poco estético, mejoraron su aspecto y calidad. Luego llegaron las nuevas técnicas de imagen con el desarrollo de la informática. Hasta entonces, los avances tecnológicos nos llegaban con retraso. Recuerdo que el Dr. Federico Reiter, quien había regresado después de su formación en el Instituto de Radiología Mallinckrodt de Saint Louis, nos decía que estábamos de 10 a 20 años atrasados, lo que impedía hacer una mejor radiología. Los cambios ocurridos en el país, independientemente de la mirada política, acortaron esa brecha.

De las nuevas técnicas

Después de que los británicos utilizaran el sonar en el campo bélico para detectar submarinos enemigos y tras la segunda guerra mundial, surgió el interés entre los científicos por aplicar esta tecnología en medicina. A partir de la década de 1950, la investigación aumentó

y en 1958 se reportó la primera experiencia en 100 pacientes normales y con diversas patologías abdominales en la revista *Lancet*. Los primeros equipos estaban lejos de lo que conocemos en la actualidad; el acoplamiento acústico se realizaba en estanques llenos de agua, lo que requería que el paciente permaneciera inmóvil, perdiendo así la portabilidad que es una de sus grandes cualidades en la actualidad. Los mayores avances se lograron en la década de 1970, con la introducción de aplicaciones técnicas que permitieron las imágenes en escala de grises y la visualización en tiempo real. En la década siguiente, se pasó de equipos estáticos a equipos dinámicos sectoriales, y se extendió esta técnica de bajo costo e inocua.

A fines de la década de 1970, los primeros equipos de ultrasonido llegaron a Chile y la técnica fue compartida por ginecólogos-obstetras y radiólogos. El Dr. Patricio Barriga, formado en Estados Unidos, fue pionero en la aplicación de ecotomografías con equipos estáticos en 1978. Al año siguiente, bajo la dirección de la Dra. Adriana Chamorro S., se implementó su uso en el Hospital José Joaquín Aguirre y en el Hospital Paula Jaraquemada, a cargo del Dr. Nicolás Zderich¹². En esa época, las imágenes solo eran en blanco y negro, lo que dificultaba su interpretación y requería habilidades para obtenerlas adecuadamente.

Al principio, la decisión sobre quién debía realizar las ecotomografías no fue fácil, algo común en el uso de nuevas técnicas de imágenes. Al comenzar nuestra formación, me enteré de la existencia de equipos de rayos X en los servicios de urología y traumatología de algunos grandes hospitales, independientes del servicio de rayos central. En la actualidad, la situación parece haberse normalizado, aunque aún no hay una reglamentación específica de especialidades médicas en el país¹³.

A finales de la década de 1970, llegó el primer equipo de tomografía computarizada en 1978, un proyecto liderado por un grupo de médicos que crearon el Centro Scanner. A partir de 1989, tuvimos acceso a la resonancia magnética con la instalación de un equipo de 0,5 tesla en la Clínica Alemana de Santiago¹⁴.

De las provincias

Hoy redistribuidas y llamadas regiones, sobre el desarrollo de la radiología en ellas, poco sabemos. Strauser señala que «A principios de la década de 1930, el antiguo Hospital San Vicente formaba radiólogos, que se dispersaron a los otros hospitales de Santiago y de las provincias»³.

En el acta de fundación de la Sociedad Chilena de Radiología, se menciona al Dr. Chaigneau de Puerto Montt como uno de los socios fundadores, junto con los representantes zonales del norte, el Dr. Enrique Zarate, y del sur, el Dr. Carlos Viviani.

Existe un testimonio en línea desde el hospital de Puerto Montt que relata cómo el Dr. Bernardo Quintana Mansilla fundó el servicio de radiología en este centro en 1951. Era conocido como el «brujo Quintana» debido a su habilidad para «ver el interior de sus pacientes con modernos equipos tecnológicos»¹⁴.

Punta Arenas estaba más adelantado, debido a su condición especial que le permitió desarrollarse de manera más autónoma e independiente del poder central. En 1927 incorporaron su primer equipo de radiología con el Dr. Mateo Domic como radiólogo a cargo. Nacido en Zagreb y con estudios de radiología en Berlín, se trasladó de la medicina interna a la radiología⁹.

De la Sociedad Chilena de Radiología

Su acta de nacimiento indica que fue establecida el 28 de junio de 1943, gracias al impulso de varios gestores, siendo destacado entre ellos el Dr. Carlos Viviani C., uno de los precursores de la neuroradiología en el país y posteriormente reconocido como maestro de la radiología¹⁴.

La primera directiva estuvo conformada por los siguientes médicos: el Dr. Alberto Ricci como presidente, el Dr. Otto Riedel como vicepresidente, el Dr. Carlos Viviani como secretario, el Dr. Manuel Neira como prosecretario y el Dr. Aníbal Toledo como tesorero.

Desde entonces ha sido la encargada de la difusión de los nuevos conocimientos en radiología y de la cautela de los intereses gremiales. En sus inicios la incorporación de nuevos miembros requería de un trabajo de ingreso, generalmente era presentado en reuniones de la sociedad o en algún congreso, al final de la formación como becario. Esta práctica lamentablemente con el tiempo fue abandonada.

La actividad científica organizada en capítulos lleva ya largo tiempo, siendo pionero el capítulo pediátrico. Desde 1981, los miembros de este capítulo hemos compartido experiencias en reuniones mensuales. Con la reactivación de la Sociedad, se han implementado otras subespecialidades, comenzando por ultrasonido y mamas¹⁵.

En los últimos años, la entidad también ha promovido la interrelación con profesionales de otras partes del

mundo, especialmente en Latinoamérica. Varios radiólogos han participado en diferentes congresos internacionales de manera individual, pero el reconocimiento más destacado fue cuando, en 2011, la Sociedad Paulista de Radiología invitó a la Sociedad Chilena de Radiología a participar en las 41 Jornadas. Chile se convirtió así en el primer país latinoamericano y el tercero a nivel mundial en recibir tal invitación, cabe mencionar que este congreso es uno de los más importantes, después del norteamericano y europeo. Un grupo de más de veinte radiólogos participaron como docentes¹⁶. También, a nivel de reconocimiento internacional, cabe resaltar la participación en el Congreso Europeo de Radiología del año 2013 en la actividad conocida como *ESR meets*, lo que aumentó la visibilidad y valoración de su labor radiológica¹⁷.

De Las jornadas al Congreso de Radiología

Sus orígenes pueden remontarse hasta noviembre de 1949, cuando se llevó a cabo en Santiago y Viña del Mar el tercer Congreso Interamericano de Radiología, presidido por el Dr. Félix Daza, con la participación de profesores invitados de Estados Unidos, Austria, Suecia, Francia e Inglaterra, y con la asistencia de 210 personas. Los 93 trabajos presentados en 14 sesiones dieron cuenta de su importancia¹⁴.

Desconocemos los posteriores congresos y su frecuencia, pero al menos participamos en uno de ellos durante nuestra pasantía en la década de 1970. Los cambios políticos en el país nos llevaron a un período de inactividad hasta que este evento fue reactivado a mediados de la década de 1980.

El renacimiento del congreso tuvo un gran impulsor en la persona del Dr. Mario Castro Avaria, quien era jefe de Radiología del Instituto de Neurocirugía en ese momento. Desde el año 1984, bajo la presidencia del Dr. Francisco J. Medina I., se buscó revitalizar la educación continua y la difusión del quehacer radiológico nacional.

La primera reunión científica anual, después de varios años de receso, se llevó a cabo bajo el nombre de «Primeras Jornadas de Radiología». Con el apoyo de las empresas auspiciadoras, se invitó como conferencista principal al profesor Benjamín Felson, reconocido especialista en radiología pulmonar y autor de un texto clásico en la especialidad.

Hasta el año 2000, la reunión anual de los radiólogos se convocaba como «Jornadas de Radiología». Sin embargo, debido al significativo y progresivo aumento en el número de radiólogos y el fortalecimiento de la

sociedad, el evento adquirió una nueva denominación: «Congreso de Radiología», situándose al nivel de las grandes sociedades científicas del país¹⁸. La trascendencia de este evento es tal que persistió incluso durante la pandemia, adaptándose a un formato virtual.

De la Revista Chilena de Radiología

Precursores de estas publicaciones fueron algunos boletines, siendo el primero de ellos en julio de 1943, que informaba sobre el acta de la asamblea celebrada el 28 de junio. La dirección señalada fue el Instituto Central de Radiología del Hospital San Borja.

La Revista Chilena de Radiología, órgano de divulgación del conocimiento de nuestra especialidad, tuvo una primera etapa de la cual nos quedan algunos vestigios, recordando el ya citado ejemplar de la introducción. Sabemos que existen otros ejemplares que, esperamos, algún día lleguen a las oficinas de la Sociedad.

El primer número se publicó en 1944 y debió haber requerido un gran esfuerzo, ya que las figuras que acompañaban el texto eran fotografías de muy buena calidad pegadas de forma manual.

La publicación persistió durante algunos años, pero luego cayó en una larga hibernación, junto con las actividades de la sociedad, hasta su renacimiento en la década de 1980. Nuevamente, un boletín misceláneo, que aparecía de forma irregular, sirvió como germen para su creación.

La segunda etapa comenzó en 1995, bajo el segundo mandato del Dr. Medina en la Sociedad¹⁹, con el objetivo de impulsar la educación continua y difundir el quehacer radiológico nacional. El primer editor fue el Dr. Pablo Soffia S., quien también era el director de publicaciones. La asociación con el Sr. Patricio Gana, con conocimientos en publicaciones y vinculado al ámbito radiológico, facilitó esta tarea y le agradecemos su colaboración²⁰.

En esta nueva etapa, la revista fue creciendo poco a poco y mejorando su nivel científico. A partir de octubre de 1999, en su quinto año de existencia, fue incluida en el índice de referencias bibliográficas LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud)²⁰. Se mantuvo como una publicación periódica trimestral, de distribución gratuita, y gradualmente comenzó a recibir trabajos de Latinoamérica y España. En 2002, durante mi período como editor, logramos otro gran avance al incorporarnos a Scielo, iniciativa de FAPESP (Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Sao Paulo) y BIREME (Centro Latinoamericano

y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud), lo que nos proporcionó una mayor visibilidad. Estar presente en esta plataforma de publicación electrónica de revistas científicas nos brindó una mayor difusión e interés por publicar en ella²¹. Quiero hacer mención especial al Dr. Gonzalo Delgado P., quien en aquel entonces era el director de publicaciones y un gran impulsor de esta inclusión²². En la actualidad, seguimos progresando manteniendo la versión digital y también hemos incorporado la publicación en inglés.

Del futuro

En el contexto actual, los largos 14 minutos tomados por nuestros físicos Zegers y Salazar para obtener la primera radiografía realizada en nuestro país, y los también largos 2 minutos por corte de las primeras unidades de tomografía computada utilizadas en nuestro medio, nos parecerán una eternidad y no exentos de riesgos.

El desarrollo de la informática y las nuevas formas de energía seguirán deparándonos sorpresas en el futuro inmediato. Sin embargo, a pesar de estos grandes avances hay desafíos. La práctica de la medicina actual requiere, que un importante número de decisiones médicas recurra al apoyo de las imágenes, además el temor a una judicialización en la atención al paciente lleva a la realización de procedimientos innecesarios. En este sentido, tal vez sea necesaria la existencia de normas de uso, que respalden la acción médica.

El desarrollo de la inteligencia artificial será, sin duda, una herramienta importante para colaborar con el trabajo del radiólogo del futuro. Desde mi perspectiva personal, más que un elemento de competencia, probablemente será una herramienta para mejorar la eficiencia, agilizar los procesos y beneficiar directamente al paciente. Lo ideal sería que todo esto vaya acompañado por una contención de costos. En última instancia, debemos tener presente que la tecnología debe estar al servicio del hombre, en nuestro caso un ser sufriente, nuestros pacientes.

Conclusión

A Lope de Vega el soneto le resultó perfecto y un ejemplo de cómo escribir bien. Tal vez el logro de la tarea que me encomendaron no alcance tal perfección. Parte de esta historia en la memoria de otros está ausente, sin duda alguna, por lo que considero lo escrito como el comienzo de una historia.

Si existen datos, documentos o recuerdos no mencionados aquí, sería valioso aportarlos para mejorar. El

Dr. Cristian Varela (cvarelaubilla@gmail.com) está interesado en el tema y dispuesto a recibir cualquier nueva información para completar el relato aquí iniciado. Solo de esta manera podríamos concluir este soneto. La historia presente y futura aún está en desarrollo y será tarea de otros su registro.

Financiamiento

El autor declara que no ha recibido ningún tipo de financiamiento.

Conflicto de intereses

El autor declara no presentar conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Bibliografía

- Alvarado PL. La recepción de los rayos X en Santiago de Chile: circulación y apropiación de la física experimental a fines del siglo XIX. *Contenido. Cultura y ciencias sociales*. 2016;7:3-18. Disponible en: http://www.revistacontenido.com/wp-content/uploads/2017/01/revista-7_patricio-leyton.pdf
- Anrique JM. Los rayos x de Röntgen: conferencias dadas en la Facultad de Medicina i Farmacia. Disponible en Memoria Chilena, Biblioteca Nacional de Chile. 1898. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-86322.html>.
- Strauzer FT. Comienzos de la radiología en Chile. Edición particular financiada por Reifschneider División Medica. Santiago; 1994.
- Costa C. Estirpe de la radiología chilena. *Boletín de la Universidad de Chile*. 1960; 16:39-44.
- Zúñiga R. Algunos apuntes para la historia de la radiología chilena. *Rev Chil Radiol* 2001; 7:105-8.
- Guzmán Cortés L. Mis recuerdos de estudiante. *Centro de Investigaciones de Historia de la Medicina de la Universidad de Chile*; 1964. p.163.
- Lea-Plaza H. Conferencias sobre la historia de la medicina en Chile. *Seis maestros. Rev Méd Chile*. 1943;71(3):311-24. Disponible en: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/67444/2/202976.pdf>
- Laborde M. *Medicina chilena en el siglo XX: Reseña histórica*. Corporación Farmacéutica Recalcine; 2002. Disponible en Memoria Chilena, Biblioteca Nacional de Chile <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-86320.html>.
- Passano GR, Passano LC. El ejercicio de la radiología en regiones: Magallanes, región extrema. En: García C, editor. *Reflexiones acerca de la radiología en Chile de cara al bicentenario*. Santiago: Sociedad Chilena de Radiología; 2011. p. 167-80. Disponible en: <https://docplayer.es/44989048-Reflexiones-indb-57.html>

10. Díaz BF. Radiología. En: Cincuentenario facultad de medicina; Pontificia Universidad Católica de Chile. García HF, Montero E, Pérez SA, editores. Santiago: Alfabetas impresores; 1980. p. 187-91. Disponible en: <https://facultadmedicina.uc.cl/wp-content/uploads/2018/10/cincuentenario-facultad.pdf>
11. Ortega T, Seguel SB. Historia del ultrasonido: el caso chileno. *Rev Chil Radiol.* 2004;10(2):89-92. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&Ing=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>.
12. Canals LM, Mac Kinnon DJ, García MC. ¿Quién debe hacer las ecotomografías? (I, II, III). *Rev Chil Radiol.* 2001;7(3): 80-4.
13. Huete LI. Neurroradiología: breve historia de su desarrollo en Chile. *Rev Chil Radiol.* 2003;9(2): 104-107. doi: 10.4067/S0717-93082003000200010.
14. Hospital Puerto Montt. Los orígenes de la Radiología en Puerto Montt. [Internet]. Gob.cl. [citado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://hospitalpuertomontt.gob.cl/los-origenes-de-la-radiologia-en-puerto-montt>
15. Bosh OE. Sociedad Chilena de Radiología: Su realidad actual y desafíos futuros. En: Bosch OE, editor. *Radiología en Chile: historia y perspectivas*. 1^{er} ed. Santiago: Sociedad Chilena de Radiología; 1997. p. 104-106.
16. Soffia SP. Editorial. *Rev Chil Radiol.* 2013;19(3):95-5. doi: 10.4067/S0717-93082013000300001
17. Castro S. Marcelo. Editorial. *Rev Chil Radiol* 2000;6(1).
18. Soffia SP. Editorial. *Rev Chil Radiol.* 2000;6(3).
19. Medina F. 10 años [editorial]. *Rev Chil Radiol.* 2004;10(1): 04. doi 10.4067/S0717-93082004000100001
20. Ortega TD. Editorial. *Rev Chil Radiol.* 1999; 5: 119
21. Silva FA. Labor editorial en revista chilena de radiología, vigésimo volumen y proyección al futuro. *Rev Chil Radiol* 2014;20(4):168-9. doi: 10.4067/S0717-93082014000400009
22. Delgado PG. Editorial. *Rev Chil Radiol.* 2002;8(4): doi 147.10.4067/S0717-93082002000400001

Historia de la Sociedad Chilena de Radiología: reflexiones para el futuro

History of the Chilean Society of Radiology: reflections for the future

Christian P. Pérez

Servicio de Imagenología, Hospital de Urgencia Asistencia Pública, Santiago Chile

Resumen

El artículo reflexiona sobre la historia de la Sociedad Chilena de Radiología después de 80 años de existencia y plantea diversas consideraciones para el futuro de la especialidad. Se destaca el crecimiento de la tecnología de imagenología en Chile, mejorando el acceso a los exámenes diagnósticos, a pesar de lo cual, el acceso terapéutico sigue siendo limitado en algunas regiones. Se plantea la importancia de la educación en radiología, no solo para formar a nuevos radiólogos, sino también para capacitar a los clínicos en el uso adecuado de los exámenes de imagen. Se sugiere fortalecer los esfuerzos de la radiología para involucrarse en la Salud Pública y la defensa de los consumidores. Se menciona el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la radiología y su potencial. Se mencionan propuestas provocativas para el futuro de la radiología tales como repensar la forma en que se realizan los informes radiológicos. También se destaca la importancia de cuidar el bienestar de los radiólogos y fomentar la integridad y el trabajo en equipo. En general, el artículo reflexiona sobre los desafíos y oportunidades que enfrenta la radiología en Chile, y plantea ideas para mejorar la práctica y prepararse para el futuro.

Palabras clave: Radiología. Futuro. Medicina.

Abstract

The article reflects on the history of the Chilean Society of Radiology after 80 years of existence and raises several considerations for the future of the specialty. It highlights the growth of imaging technology in Chile, improving access to diagnostic tests, although therapeutic access is still limited in some regions. The importance of education in radiology is raised, not only to train new radiologists, but also to train clinicians in the proper use of imaging tests. It is suggested to strengthen the efforts of radiology to get involved in Public Health and consumer advocacy. The impact of Artificial Intelligence (AI) on radiology and its potential is mentioned. Provocative proposals for the future of radiology such as rethinking the way radiology reports are made are mentioned. The importance of caring for the well-being of radiologists and fostering integrity and teamwork is also highlighted. Overall, the article reflects on the challenges and opportunities facing radiology in Chile, and puts forward ideas for improving practice and preparing for the future.

Keywords: Radiology. Future. Medicine.

Correspondencia:

Christian P. Pérez
E-mail: cpperez1@miuandes.cl

Fecha de recepción: 10-07-2023

Fecha de aceptación: 14-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.23000051

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):106-112

www.resochradi.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

A 80 años de vida de nuestra Sociedad Chilena de Radiología, parece ser un ejercicio obligado reflexionar sobre el futuro. De estar en la antigua Grecia, la tarea asignada sería consultar al oráculo de Delfos. Si perteneciéramos a pueblos germanos y del norte de Europa posterior al siglo III d.C., acudiríamos a las runas. De ser «un radiólogo Viajero del Tiempo» como en el libro de H.G. Wells bastaría con abordar la máquina y mover la palanca hacia el futuro para aventurarnos a un periodo específico¹.

En una charla magistral realizada a poco más de tres décadas, en la ciudad de Viña del Mar y de la cual no hay registro, salvo la memoria de quienes asistimos, la siguiente frase del periodista José María Navasal refiriéndose sobre el futuro, me impresionó: «En el siglo 21 el hombre será un ser de manos hipertrofiadas, sentado frente a una pantalla desde donde podrá trabajar, informarse, entretenerse, comunicarse, etc.» Todas esas actividades descritas el siglo pasado, hoy nos parecen obvias y son parte de nuestro diario que-hacer, pero en esa época sonaban a ciencia ficción.

Mientras se desarrollaba la Segunda Guerra mundial y Chile daba pasos para dejar su neutralidad², en el año 1943 un grupo de médicos se organiza y da nacimiento a la Sociedad Chilena de Radiología constituida por los doctores Alberto Ricci como presidente, Otto Riedel vicepresidente, Carlos Viviani secretario, Manuel Neira prosecretario y Aníbal Toledo como tesorero. No deja de ser curioso que en el registro de los *Hitos en la Historia de la Medicina Chilena*³ no aparezca ni la primera radiografía realizada por Salazar y Zegers ni la creación de nuestra Sociedad.

Es una realidad que en el siglo pasado implementar una nueva técnica diagnóstica o terapéutica en Medicina tomaba un tiempo más que razonable. A modo de ejemplo, los intentos para el manejo endovascular de aneurismas intra craneanos aparecen hace 50 años con la publicación de Serbinenko, un neurocirujano ruso⁴. Junto al desarrollo de la Tomografía Computarizada (TC) y Resonancia Magnética (RM), exámenes que permiten el diagnóstico precoz y en etapas asintomáticas⁵, hace solo 20 años que en nuestro país se establece que el abordaje de primera línea es el endovascular⁶. A pesar de la evidencia y tiempo transcurrido, el acceso terapéutico sigue relativamente restringido a grupos de pacientes en la Región Metropolitana, existiendo en los últimos años intentos regionales por revertir esta situación.

La brecha tecnológica ha sido un factor limitante en la implementación de nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas en Medicina. En el pasado siglo, la expansión de equipos de imagenología experimentó un notable crecimiento en número y distribución en todo el país, como se evidencia en Magallanes, donde hoy cuentan con cinco equipos de RM, algo impensado hace unos pocos años. Asimismo, se observa una progresiva dotación de equipos de PET/CT no solo en la capital, sino también en el sistema de salud público.

Muchos de los que hoy somos radiólogos hemos sido testigos de un número significativo e importante de innovaciones en la Medicina, incluida nuestra especialidad. Nuevos medicamentos, nuevas técnicas diagnósticas y procedimientos quirúrgicos han contribuido a que millones de pacientes tengan mayor sobrevida y de mejor calidad.

A comienzos del presente siglo, un estudio que buscaba conocer la opinión e impacto de las 30 innovaciones más significativas en beneficio de los pacientes ubicó en primer lugar la disponibilidad de estudios por TC o RM, mientras que los estudios con mamografía ocuparon el quinto lugar. Hubo un amplio consenso entre los colegas clínicos, independientemente de su localización geográfica, características personales o tipo de práctica clínica, sobre la importancia de la Imagenología en su práctica diaria⁷.

Según Banfield, los cambios en dispositivos tecnológicos, estructuras sociales, formas de trabajo y cooperación han dado lugar a un nuevo escenario sin precedentes en la historia de la humanidad. En este contexto, la cuestión a resolver no es solo cómo adaptarse a los cambios que impone un nuevo orden social, sino también cómo renunciar a la idea misma de orden y estabilidad social en función del cambio, ahora comprendido como progreso (innovación), cuya única medida de evaluación es el mayor rendimiento de bienes, relaciones y tiempo⁸.

La Ciencia y Tecnología ofrecen soluciones, que son solo herramientas. Es igualmente importante para el éxito cómo se accede a ellas, cómo se usan, comunican, aceptan y adaptan.

En reflexiones para los próximos 50 años, la Academia Nacional de Medicina indica que sus miembros reflejan una amplia gama de trayectorias, desarrollo disciplinario y áreas de interés. Al igual que algunos autores plantean la necesidad de incorporar la Equidad en los enfoques de Ciencia y Salud, también es necesario que las sociedades honoríficas - académicas evolucionen hacia instituciones de

servicio que muestren una mayor preocupación por nuestro Sistema de Salud, una idea aplicable a nuestro camino futuro⁹.

Bases para especular sobre el futuro de nuestra especialidad

En las últimas décadas, la radiología en Chile ha experimentado un período de crecimiento significativo, al igual que en otras regiones, debido a una limitada regulación en términos de costos y cantidad de exámenes realizados. Esta situación ha tenido un impacto positivo en el campo de la salud. Sin embargo, Breslau advierte que este panorama ha cambiado y los «reguladores» estarían considerando caer sobre nosotros con machetes, pistolas o bisturís¹⁰. Un ejemplo reciente de esto fue el intento legislativo en nuestro país para establecer precios de exámenes, que no consideró algunos aspectos fundamentales que debían incluirse.

En este contexto, Breslau sugiere implementar ciertos principios, enumerados a continuación sin un orden específico de importancia. En primer lugar, la educación es crucial. Los programas de formación siguen atrayendo a talentosos médicos interesados en especializarse en radiología, lo cual se refleja en el crecimiento de centros formadores en todo el país. Sin embargo, es necesario mantener su interés y compromiso proporcionando programas que permitan a los radiólogos instruir activamente a los clínicos, convirtiéndose en referentes en el cuidado de los pacientes y recomendando los exámenes óptimos basados en sólidos principios metodológicos.

En segundo lugar, es importante establecer alianzas estratégicas con la industria, mostrando un interés genuino en una cobertura económica adecuada y colaborando en compartir recursos para cumplir con los crecientes estándares de validación al incorporar nuevas técnicas o equipamiento.

Como tercer aspecto, es esencial definir nuestra misión como radiólogos. Debemos plantearnos preguntas como: ¿Cuál es nuestro «negocio»? ¿Son las imágenes, el diagnóstico o los procedimientos? ¿Cómo nos ven los clínicos? ¿Qué tan comprometidos estamos con el tratamiento del cáncer?

Recientemente, se publicó una ley en abril de este año que exige a los pacientes de la necesidad de contar con una orden médica para realizarse una mamografía. Sin embargo, ningún radiólogo de nuestra comunidad participó en este proceso. Por tanto, debemos esforzarnos más por involucrarnos en el ámbito de la Salud Pública. Fortalecer nuestros esfuerzos

para ser escuchados a través de un lobby transparente y aprender a buscar oportunidades para asociarnos con organizaciones de defensa de los consumidores. Si no prestamos atención a estos aspectos, la posición privilegiada que hemos disfrutado como radiólogos podría estar en riesgo.

La evolución de los profesionales del pasado y presente

En su obra *The future of the professions: How technology will transform the work*, Susskind ilustra la transición de una sociedad basada en la “impresión industrial” (un momento histórico en el que la tecnología de impresión en masa tuvo un impacto significativo en la producción y distribución de materiales impresos, permitiendo un mayor acceso a la información y la creación de una esfera pública más amplia) hacia una sociedad de Internet basada en tecnología. En esta nueva era, los profesionales solían ser los custodios del conocimiento en sus respectivas áreas, aportando *experiencia práctica* que comprendía sabiduría, habilidades, destrezas y el conocimiento sobre cómo hacer las cosas. Sin embargo, profesiones tradicionales en campos como Educación y Salud se están viendo afectadas y desafiadas por diversas razones, incluyendo costos, accesibilidad, rendimientos subóptimos y su naturaleza como *bultos monolíticos e indivisibles de esfuerzo*.

Surgen preguntas cruciales sobre la posibilidad de organizar el trabajo profesional de una manera diferente, si habrá nuevos roles en la rutina diaria del radiólogo y si estamos brindando a quienes están en formación las habilidades necesarias para adaptarse a estos nuevos roles. Se están aplicando modelos como las *redes de expertos* (por ejemplo, la disponibilidad de teleconsulta con especialistas), los *para-profesionales* (por ejemplo, matronas o personal de enfermería realizando tamizajes en controles de salud con apoyo de sistemas diagnósticos en mamografías o radiografías de tórax, pelvis y columna), y las *comunidades de experiencia* que involucran no solo a profesionales sino también a pacientes. Aunque estos enfoques pueden parecer audaces y desafiar los estándares actuales, ya están emergiendo y podrían convertirse en fuentes futuras de *experiencia práctica*, incluso en el campo de la Radiología. Sin embargo, es importante considerar las cuestiones éticas planteadas por estos escenarios, como la determinación de tareas que no pueden ser delegadas a las máquinas y la identificación de las corporaciones propietarias que controlarán esta nueva *experiencia práctica*¹¹.

La consultora McKinsey, en su resumen ejecutivo sobre automatización y empleo¹² en 2017, señaló que solo un pequeño porcentaje de profesiones (menos del 5%) son candidatas para una automatización completa en la actualidad. Sin embargo, la mayoría de las profesiones tienen potencial para ser parcialmente automatizadas. Es importante reconocer que incluso nuestras actividades actuales como radiólogos podrían verse afectadas, dado que la automatización tendrá amplios efectos en todos los sectores y ámbitos. Este proceso no ocurrirá de la noche a la mañana. Factores como la viabilidad técnica, el costo, las dinámicas del mercado laboral, los beneficios económicos (mayor producción, mejor calidad y ahorros) y la reputación y aceptación social influirán en el ritmo y alcance de la adopción de la automatización. A medida que se automatizan ciertas tareas, la naturaleza del trabajo en radiología y otras áreas productivas cambiará, lo que conllevará modificaciones en la organización, estructura y fundamentos de competencias en los sectores productivos y modelos de negocio. En nuestra labor como especialistas, las actividades más susceptibles de automatización estarán vinculadas a la compilación y procesamiento de datos, con un potencial de hasta un 35%.

En países como el nuestro, que enfrentan brechas en el crecimiento económico debido a una disminución en el crecimiento poblacional, la automatización puede contribuir a la inyección de la productividad necesaria para mantener el PIB per cápita actual. Sin embargo, lograr nuestras aspiraciones de desarrollo requerirá crear fuentes adicionales de productividad, transformar procesos y adoptar cambios rápidamente. ¿Estaremos preparados para esto? Los sistemas de educación y formación en radiología necesitarán evolucionar. En tiempos de automatización, las capacidades intrínsecas de los seres humanos, como el pensamiento lógico, la resolución de problemas, las habilidades sociales y emocionales, la capacidad de aportar experiencia, brindar entrenamiento, desarrollar a otros y la creatividad, serán cada vez más valoradas. De hecho, la automatización podría ayudarnos a desarrollar y fortalecer nuestras habilidades humanas.

La profecía de Moore

En su artículo, Zukerfeld revisa la predicción de Gordon Moore, uno de los ocho discípulos de Shylock y co-fundador de Intel, quien en 1965 afirmó que la Ingeniería sería capaz de duplicar el número de transistores en un chip cada 2 años. Esta profecía, conocida como la Ley de Moore, ha sido una realidad

autocumplida y se ha aplicado a diversas áreas del crecimiento tecnológico desde entonces. Gracias a esta ley, en la actualidad, un computador de escritorio promedio tiene la capacidad de procesamiento similar al cerebro humano. Si esta tendencia continúa, para el año 2050, esa capacidad de procesamiento podría ser equivalente a la de toda la humanidad combinada. Incluso si el ritmo de duplicación se enlenteciera a un ciclo de 4 años, nuestros nietos serían testigos de tal capacidad de procesamiento, y los radiólogos de esa época trabajarían con un potencial inimaginable, en comparación con hitos históricos como el desarrollo de la aeronáutica espacial o las invenciones de técnicas de imágenes en el siglo pasado, que, aunque importantes, tenían capacidades comparativas limitadas¹³.

En este escenario, la radiología molecular y funcional, conceptos aún algo distantes y abstractos en la actualidad, se convertirán en el Gold estándar.

Todos hablan de agregar valor

Covington, a principios de año en la *Radiology Review*, señaló el desequilibrio entre el número de exámenes realizados y la capacidad de informarlos como una realidad de la que ninguno de nosotros en el ejercicio diario de nuestras responsabilidades puede sentirse ajeno. Esto implica el compromiso de la fuerza de trabajo formada no solo por Radiólogos de Diagnóstico, Radiólogos Intervencionistas, Médicos Nucleares sino también por Residentes, *Fellows*, Tecnólogos Médicos, personal de apoyo clínico, administrativos y todas las personas involucradas en el proceso de obtener imágenes diagnósticas, generando preguntas como: ¿Superarán estos requerimientos de imágenes a la fuerza de trabajo más allá de la capacidad humana en términos de volumen, complejidad interpretativa y obligaciones regulatorias? ¿Será insuficiente la asistencia de la IA y los modelos de apoyo tecnológico desarrollados?¹⁴.

Es innegable el actual nivel de confianza y dependencia en las imágenes médicas para confirmar, monitorizar o excluir enfermedades.

“The Lancet” establece que hay evidencia contundente del sobreuso de los servicios médicos como una práctica global y transversal a todas las especialidades médicas, que no solo afecta a países de altos ingresos, sino también a aquellos de ingresos medios y bajos. En estos últimos, en particular, desvía fondos hacia otros gastos sociales como infraestructura y educación. Además, se debe tener en cuenta el daño que esto provoca en el paciente en términos físicos, emocionales y económicos¹⁵.

Añadir valor a la práctica presente y futura debe entenderse como la evitación de decisiones subjetivas al indicar un estudio determinado. Un ejemplo de esto es el uso de sistemas de apoyo a la decisión clínica, como algunos implementados en Canadá o el NHS (National Health Service) de Inglaterra¹⁶.

La Inteligencia Artificial y sus promesas de Medicina de precisión y alto rendimiento

Considerando que Mistral y Neruda, ambos poetas, son los únicos ganadores del Premio Nobel de nuestro país, no se justifica la emisión de informes radiológicos con descripciones vagas que no responden a las preocupaciones clínicas. Aunque los informes radiológicos estructurados parecían ser una solución a este problema, en experiencias de su implementación han surgido algunas críticas a este enfoque.

Dewey sostiene que la obtención y análisis de imágenes puede complementarse con la integración de la IA en el análisis humano, lo que nos permitiría reducir los errores y mejorar la consistencia del análisis radiológico¹⁷.

La «falacia de la IA», también mencionada por Susskind, se refiere a la suposición errónea de que la única manera de desarrollar sistemas que realicen tareas a nivel de expertos o superior es replicar los procesos de pensamiento de los especialistas humanos.

Según Topol¹⁸, un autor frecuentemente citado en artículos sobre IA, esto no contradice el entusiasmo actual generado por la previsión de que los programas de Inteligencia Artificial podrán incorporar y procesar rápidamente, de manera precisa y económica, enormes conjuntos de datos de nuestros pacientes. Con capacidades superiores a las humanamente posibles, prometen una Medicina de alto rendimiento que permitirá aliviar nuestra dependencia de los recursos humanos y dará lugar a las promesas anticipadas. Habrá impactos y beneficios a nivel clínico que debemos asumir y adoptar, como aquellos vinculados a las imágenes y su interpretación; en los sistemas de salud mejorando los flujos de trabajo y su potencial en la reducción de los errores médicos; y para los pacientes que podrán procesar sus datos para promover su propia salud.

Seremos testigos de cómo esta simbiosis logra resolver las limitaciones actuales de sesgo, privacidad, seguridad y falta de transparencia que amenazan su implementación.

Podremos observar si se resuelve la inequidad en el acceso a la salud o si, por el contrario, se incrementa

la brecha al no incluir datos de las minorías en la generación de las bases de datos.

Existirá un punto de equilibrio entre el desarrollo científico en IA y el auge publicitario (*hype*), junto con la alta importancia de la vida humana, que determinará escenarios de desempeño con sistemas de automatización condicional, para los cuales se requerirá supervisión humana en el rendimiento de los algoritmos en nuestros pacientes.

Ideas provocativas para el futuro

A continuación, se presentan algunas propuestas breves y provocativas de varios autores acerca del futuro de nuestra especialidad, publicadas en un número especial del *Journal of the American College of Radiology*. Estas propuestas invitan a la reflexión y cuestionan nuestro statu quo¹⁹.

- Nueva subespecialidad: A pesar del impacto y la contribución de la radiología en la práctica de la Salud Pública, los radiólogos generalmente estamos poco representados en los procesos de toma de decisiones relacionados con la implementación de programas de tamizaje en políticas públicas. ¿Sería descabellado considerar y establecer una nueva especialidad de «Radiólogos de Screening»? Con un currículo complementario en formación epidemiológica, prevención, diseño de investigación clínica, bioestadística, formación avanzada en biología y radiación, inteligencia artificial y aprendizaje de métricas de monitorización de rendimientos y resultados. Este nuevo grupo de radiólogos tendría, además de sus habilidades habituales, la capacidad de analizar estos datos y liderar ensayos clínicos que impacten en la Salud Pública²⁰.
- Un máximo de 10 horas al día: Es conocido que en la industria aeronáutica, los pilotos comerciales tienen restricciones estrictas y estructuradas respecto a su tiempo de trabajo. ¿Sería el momento de establecer parámetros máximos de trabajo para el radiólogo? ¿Cómo resolveríamos el impacto en las libertades individuales, las necesidades de la salud poblacional, aspectos económicos tanto de los proveedores como de los sistemas de salud y sus consecuencias financieras, así como una serie de otras problemáticas que emergen? Si ponemos al paciente en el centro y nos cuidamos a nosotros mismos como profesionales e individuos, parece ser el camino correcto²¹.
- Menos es más: En el paradigma actual, los radiólogos siempre se esfuerzan por ofrecer el más alto

nivel de servicio a cada paciente, realizando un diagnóstico meticuloso e informes detallados del más alto nivel posible, independientemente de las circunstancias clínicas. Si la tendencia actual de volumen continúa sin una transformación tecnológica en la forma de interpretar los estudios, la especialidad enfrentará un desafío extraordinario para mantener el estándar de desempeño. Algunos tipos de estudios imagenológicos no requieren altos niveles de comprensión, revisión meticulosa o informes extensamente detallados. La propuesta es categorizar los estudios imagenológicos en diferentes tipos (diagnóstico, emergencia, tamizaje, vigilancia, exclusión, precaución, investigación y planificación) que difieren entre sí por la modalidad, el nivel de notificación y la intención clínica. Esto podría abrir opciones para manejar requisitos en grandes volúmenes²².

- Profesionales de apoyo en tiempo de escasez: Son profesionales de la salud que trabajan junto a los médicos para proporcionar atención médica colaborativa y mejorar la accesibilidad y eficiencia de la atención médica. ¿Existe espacio para integrarlos al trabajo radiológico? Sabemos que en nuestro país ha habido resistencia a la generación de imágenes de ultrasonido por tecnólogos médicos, con modelos cuestionables donde la falta de supervisión directa por parte de un radiólogo genera exámenes de calidad deficiente. Sin embargo, esto contrasta con otros modelos de experiencia donde una supervisión adecuada permite obtener buenos resultados en los exámenes²³.
- Detección de cáncer por empleadores: Los programas de detección de cáncer en todo el cuerpo pueden detectar cánceres en etapas tempranas. El uso de FDG-PET/CT (Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography–Computed Tomography) reduce la mortalidad relacionada con el cáncer. Los empleadores con trabajadores altamente calificados pueden estar motivados para invertir en la detección de cáncer para mantener la productividad y reducir la pérdida de empleados debido a la muerte y la enfermedad oncológica, además de demostrar su compromiso con la salud general de sus empleados²⁴.
- Bienestar integral: En los últimos años se ha introducido la preocupación por nuestro bienestar, a menudo centrado en aspectos como una dieta equilibrada, un índice de masa corporal óptimo, un espíritu meditativo, tiempo de descanso adecuado y remunerado, etc. Sin embargo, todas estas son medidas individuales y fragmentadas. Para superar esta fragmentación, debemos entender que nuestra

salud se relaciona con nuestra autonomía e independencia, pero también con nuestra interdependencia con quienes trabajamos. Como dijo Aristóteles, no podemos ser completamente humanos fuera de una comunidad. Responder de manera efectiva al estrés relacionado con el trabajo requiere intervenciones más allá de las individuales. Debemos comprender la dependencia de la salud en la *integridad* y estar atentos a lo que nos da vitalidad, no solo como médicos sino también como individuos y colegas. Promover la *integridad* requiere un esfuerzo enfocado en cultivar tiempo, espacio, colaboración y trabajo en equipo como bases para permitir que, como radiólogos, alcancemos nuestra misión. ¿Veremos consecuencias en aquellos que no consideren esto y vean solo la tele-radiología como su opción de ejercicio profesional?²⁵.

¿Quiénes se harán cargo?

Finalmente, una pregunta recurrente entre nosotros es: ¿quiénes asumirán en el futuro los desafíos de nuestra especialidad?

Una respuesta a esto se puede encontrar en el artículo de Cyphers, que sugiere que los *Boomers*, los de la generación X y los *millennials* presenciaremos el aporte de la generación Z. Esta generación se caracteriza por ser la primera generación digitalmente nativa, diversa y socialmente consciente, que ha tenido que adaptarse a rápidos cambios en la educación y las comunicaciones, mostrando resiliencia ante los efectos de la pandemia.

Aunque los sistemas educativos tradicionales no deberían abandonarse por completo, los programas de formación tendrán que incluir oportunidades interactivas como simulaciones, realidad virtual y aprendizaje basado en casos. Al estar profundamente conectados con cuestiones sociales, la generación Z valora la diversidad, equidad, inclusión, sostenibilidad, compromiso cívico y transparencia organizacional. Al ser colaborativos y orientados al trabajo en equipo, refuerzan la posición del radiólogo como parte de equipos clínicos centrados en el paciente. Su capacidad para enfrentar desafíos proviene de su énfasis en el bienestar mental, la tutoría y el equilibrio entre la vida laboral y personal.

Los cambios generacionales pueden ser complejos, pero la habilidad de la generación Z para adoptar tecnologías como la inteligencia artificial y el *Big Data*, su inclusión de perspectivas diversas, y la resiliencia y adaptabilidad que demuestran, prometen guiar a la radiología hacia el futuro²⁶.

Conclusión

Emociona soñar las prospectivas venideras, teniendo plena convicción de que sobrepasarán lo que imaginamos.

Financiamiento

El autor declara no haber recibido ninguna fuente de financiamiento.

Conflicto de intereses

El autor declara no presentar ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Referencias

1. Wells HG. La máquina del tiempo: nueva traducción al español. (Tirelli G, Trad.). Rosetta Edu; 2022.
2. Nocera R. Ruptura con el eje y alineamiento con Estados Unidos: Chile durante la segunda guerra mundial. *Hist (Santiago)*. 2005; 38 (2): 397-444. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-71942005000200006>
3. Olivares CM. Hitos en la historia de la medicina chilena. ANUC [Internet]. 2000; (12). Disponible en: <https://anales.uchile.cl/index.php/ANUC/article/view/2520>.
4. Serbinenko FA. Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. *J Neurosurg*. 1974 Aug;41(2):125-45. doi: 10.3171/jns.1974.41.2.0125. PMID: 4841872.
5. Johnston SC, Zhao S, Dudley RA, Berman MF, Gress DR. Treatment of unruptured cerebral aneurysms in California. *Stroke*. 2001 Mar;32(3):597-605. doi: 10.1161/01.STR.32.3.597
6. Tevah CJ. Tratamiento endovascular de los aneurismas cerebrales: sus comienzos hace 30 años y su desarrollo actual. *Rev chil radiol*. 2003; 9(2): 78-85. doi: 10.4067/S0717-93082003000200007
7. Fuchs VR, Sox HC Jr. Physicians' views of the relative importance of thirty medical innovations. *Health Aff (Millwood)*. 2001 Sep-Oct;20(5):30-42. doi: 10.1377/hlthaff.20.5.30. PMID: 11558715.
8. Benfeld EJ. Profesión legal y tecnologías de la información y las comunicaciones: Una discusión necesaria. *Rev Chil Derecho Tecnol*. 2020 Dec;9(2):5-31. doi: 10.5354/0719-2584.2020.53309
9. Dzau VJ. Anticipating the Future of Health and Medicine-The National Academy of Medicine Prepares for Its Next 50 Years. *JAMA*. 2023 May 2;329(17):1445-1446. doi: 10.1001/jama.2023.4081. PMID: 36939751.
10. Breslau J. Three principles for the future of radiology. *J Am Coll Radiol*. 2010 May;7(5):325-6. doi: 10.1016/j.jacr.2009.11.017
11. Susskind R, Susskind D. *The future of the professions: how technology will transform the work of human experts*. London, England: Oxford University Press; 2015.
12. McKinsey Global Institute. *Harnessing automation for a future that works*. New York: McKinsey & Company; 2017. Informe Nro.: MGI-Harnessing-Automation-Full-report.pdf. Disponible en: https://www.mckinsey.com/-/media/mckinsey/featured%20insights/digital%20disruption/harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/mgi-a-future-that-works_executive-summary.pdf
13. Zukerfeld M. La tecnología en general, las digitales en particular. Vida, milagro y familia de la "Ley de Moore". *Hipertextos: Capitalismo, Técnica y Sociedad en debate*. 2015;3(4).
14. Covington M. Is imbalance in medical imaging risking an impossible future for radiologists? [Internet]. *The Radiology Review*. 2023. Disponible en: <https://www.radiologyreview.com/the-radiology-review-journal/medical-imaging-advances-dont-always-advance-us>
15. Brownlee S, Chalkidou K, Doust J, Elshaug AG, Glasziou P, Heath I, et al. Evidence for overuse of medical services around the world. *Lancet*. 2017 Jul 8;390(10090):156-168. doi: 10.1016/S0140-6736(16)32585-5. Epub 2017 Jan 9. Erratum in: *Lancet*. 2022 Mar 5;399(10328):908. PMID: 28077234; PMCID: PMC5708862.
16. NHS England and NHS Improvement. *Transforming imaging services in England: a national strategy for imaging networks*. November 2019. Disponible en: https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20210401201200/https://improvement.nhs.uk/documents/6119/Transforming_imaging_services.pdf
17. Dewey M. The future of radiology: adding value to clinical care. *Lancet*. 2018 Aug 11;392(10146):472-473. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31193-0. Epub 2018 Aug 9. PMID: 30129453.
18. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019 Jan;25(1):44-56. doi: 10.1038/s41591-018-0300-7. Epub 2019 Jan 7. PMID: 30617339.
19. Omary RA, Chung C, Lee Cl. The provocative: a glimpse into radiology's future. *J Am Coll Radiol*. 2021 Jan;18(1 Pt B):137-139. doi: 10.1016/j.jacr.2020.10.007. PMID: 33413889.
20. Milch HS, Haramati LB. Call for a new radiology subspecialty in imaging-based screening. *J Am Coll Radiol*. 2021 Jan;18(1 Pt B):198-201. doi: 10.1016/j.jacr.2020.09.026. PMID: 33413900.
21. Lexa FJ. Duty hour limits for radiologists: it's about time. *J Am Coll Radiol*. 2021 Jan;18(1 Pt B):208-210. doi: 10.1016/j.jacr.2020.06.019. PMID: 33413903.
22. Kadom N, Norbash A, Duszak R Jr. Matching imaging services to clinical context: why less may be more. *J Am Coll Radiol*. 2021 Jan;18(1 Pt B):154-160. doi: 10.1016/j.jacr.2020.06.022. PMID: 33413892.
23. Jha S. Navigating the paradox of scarcity-the case for physician extenders. *J Am Coll Radiol*. 2021 Jan;18(1 Pt B):148-150. doi: 10.1016/j.jacr.2020.09.040. PMID: 33413891.
24. Anzai Y, Nishizawa S, Shinke T, Takesono S, Asai T, Okada H. Prospective employer-initiated whole-body cancer screening-costs and outcomes of a cancer screening program in Japan. *J Am Coll Radiol*. 2021 Jan;18(1 Pt B):140-147. doi: 10.1016/j.jacr.2020.09.065. PMID: 33413890.
25. Brown BP. Why wellness fails. *J Am Coll Radiol*. 2021 Jan;18(1 Pt B):166-169. doi: 10.1016/j.jacr.2020.09.051. PMID: 33413894.
26. Cyphers ED, de Leon E, Kagetsu NJ. Generation Z and the radiology workforce: ready or not, here I come. *AJR Am J Roentgenol*. 2023 Aug;221(2):274-275. doi: 10.2214/AJR.23.29109. Epub 2023 Mar 8. PMID: 36883772.

Tres reflexiones para mejorar la educación de residentes: preparando el futuro de la radiología

Three reflections to improve residents' education: preparing the future of radiology

Francisco Garrido y Carlos Riquelme*

Departamento de Radiología y Diagnóstico por Imágenes, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

Resumen

A pesar de la vertiginosa evolución del diagnóstico por imágenes en los últimos años, la pedagogía en los programas de residencia no ha experimentado cambios significativos. Esto se debe, en gran parte, a la rigidez de los programas y a la resistencia al cambio por parte de los equipos docentes. En este artículo, abordaremos tres desafíos clave para iniciar el cambio: a) la visibilidad del radiólogo dentro del equipo de salud y cómo un perfil de competencias podría servir de guía; b) la estructura curricular de los programas y su flexibilidad para adaptarse a los cambios; y c) la mentoría como estrategia de apoyo tanto para residentes como para docentes en los programas de especialidad.

Palabras clave: Educación médica de postgrado. Radiología. Currículum. Mentoría.

Abstract

Despite the rapid evolution of imaging diagnostics in recent years, the instructional methodologies in residency programs have remained largely unchanged. This often stems from the programs' limited flexibility and the teaching teams' resistance to change. In this article, we will examine three challenges to instigate change: a) the visibility of the radiologist within the healthcare team and the role a competency profile can play as a guide; b) the curriculum structure of the programs and the necessity for adaptability to changes; and c) the implementation of mentoring as a supportive strategy for residents and faculty in specialty programs.

Keywords: Graduate medical education. Radiology. Curriculum. Mentorship.

Introducción

El diagnóstico por imágenes como especialidad médica ha experimentado un desarrollo vertiginoso desde sus inicios en la última década del siglo XIX. Wilhelm Conrad Roentgen, físico alemán quien descubrió los rayos X en 1895, sentó las bases de la

imagenología como disciplina. En las décadas siguientes, surgieron nuevas tecnologías de mayor complejidad, como el ultrasonido, la tomografía computarizada, la resonancia magnética, nuevos medios de contraste e incluso, el diagnóstico basado en imágenes moleculares. Estos avances, especialmente acelerados en los últimos años, plantean múltiples desafíos a los

*Correspondencia:

Carlos Riquelme
E-mail: criquelmep@uc.cl

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Éste es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 01-07-2023

Fecha de aceptación: 14-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.23000046

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):113-119

www.resochradi.com

programas de formación de especialistas y a los profesionales egresados, quienes deben mantenerse actualizados de manera continua.

Los radiólogos del futuro deberán enfrentarse a un sistema de salud más tecnologizado, con modalidades de imagen y equipamiento que probablemente aún desconocemos. Sin embargo, existen habilidades fundamentales del ser médico que nunca dejarán de ser vigentes para cualquier especialista, tales como el trabajo en equipo, la comunicación, el profesionalismo y la colaboración. Es imperativo que los programas de formación preparen a los residentes para un mundo más exigente y globalizado, donde el cambio será la constante, sin descuidar las habilidades intrínsecas al arte de la profesión.

En este artículo exploraremos tres desafíos relacionados con la educación de residentes en radiología en Chile, invitando a la reflexión de los actores involucrados en la formación de futuros especialistas en diagnóstico por imágenes: el rol del radiólogo dentro del equipo de salud, la estructura curricular de los programas y la necesidad de la mentoría como estrategia.

Formación del radiólogo clínico

Tradicionalmente, nuestra disciplina ha sido considerada por los pacientes y otros médicos como distante en relación a otras áreas de la medicina. De hecho, muchos pacientes no comprenden el rol del radiólogo como el profesional que interpreta sus exámenes, confundiendo con el técnico que efectúa el estudio. Diversos factores explican esta percepción, algunos de los cuales se remontan a los inicios de nuestra especialidad. Originalmente, los radiólogos eran los responsables de adquirir e interpretar las radiografías, comunicando directamente los resultados a los pacientes. Con el paso del tiempo, este rol evolucionó hacia el de un consultor especializado, donde los destinatarios de los informes eran los médicos tratantes. Así, restringimos nuestros canales de comunicación a través de informes escritos, lo que eliminó la necesidad de un entrenamiento formal en comunicación con los pacientes durante la residencia. Además, los departamentos de radiología suelen estar ubicados en áreas menos accesibles dentro de los hospitales y centros de salud. Esta realidad, junto con la masificación de la teleradiología y la interpretación de estudios a distancia, han reforzado la percepción del radiólogo como un actor distante del lugar donde se encuentra el paciente y se realizan los estudios de imágenes¹.

Nosotros, los médicos radiólogos, tenemos cierta responsabilidad en esta situación actual. Frecuentemente nos referimos a los médicos no radiólogos como los “clínicos”, es decir, quienes solicitan las pruebas de imagen. Sin embargo, esta diferenciación nos categoriza como “no clínicos”, a pesar de que, como parte de la naturaleza de la especialidad, participamos en reuniones clínicas multidisciplinarias, realizamos intervenciones diagnósticas y terapéuticas guiadas por imágenes, y nos relacionamos directamente con los pacientes y sus familias al realizar estudios de ultrasonido. Por tanto, es legítimo preguntar por qué hemos perdido la categoría de clínicos, sobre todo considerando que nuestra formación previa como médicos generales nos habilita como tal.

Esto ha llevado a que generaciones de radiólogos se formen “alejados” de los pacientes y del resto del equipo de salud, una situación que se ha perpetuado en el tiempo y que forma parte del currículo oculto en los programas de formación de especialistas. Muchos residentes ingresan a los programas con la idea preconcebida de que, al convertirse en radiólogos, no tendrán que interactuar con los pacientes y dispondrán de mucho tiempo libre.

Hace más de una década, nuestra institución adoptó el modelo de educación médica basada en competencias CanMEDS (Canadian Medical Education Directions for Specialists) del Royal College of Physicians and Surgeons of Canada para sus programas de especialidades médicas. Este modelo se enfoca en definir las habilidades necesarias que deben desarrollar los especialistas médicos, conforme a las necesidades de la población, comunidad y sociedad a la que sirven. El modelo de competencias CanMEDS define siete habilidades que representan los roles del médico: el Experto Médico como rol central, que se acompaña de otras competencias conocidas como los roles intrínsecos: Comunicador, Colaborador, Líder, Promotor de la Salud, Académico y Profesional². Este modelo de competencias proporciona un marco de referencia para los programas de especialidades médicas que permite explicitar al cuerpo académico y a los residentes aquellos aspectos relevantes para una formación integral y un correcto ejercicio de la profesión. En el caso de nuestra especialidad, el modelo de competencias CanMEDS es útil para relevar las características necesarias para formar a un radiólogo clínico integrado al equipo de salud, que va más allá de ser un productor de informes radiológicos. Para lograr el objetivo de formar especialistas en radiología bajo este modelo de competencias, es necesario incorporar los roles

explícitamente en el currículo. Es indispensable que se enseñen con metodologías de enseñanza-aprendizaje apropiadas para cada rol, además de diseñar estrategias de evaluación que permitan certificar que los residentes lograron los objetivos de aprendizaje relacionados con las competencias genéricas³. La **tabla 1** presenta la definición de cada una de las competencias de este modelo, así como ejemplos de acciones a implementar durante los programas y algunas estrategias de evaluación⁴.

El diseño del currículum en los programas de especialidad en radiología

Conceptualmente, el currículo constituye una declaración de los propósitos, objetivos esperados, contenidos, experiencias educacionales y procesos de un determinado programa educacional, incluyendo los siguientes elementos: estructura del programa (requisitos de ingreso, duración, organización, sistema de evaluación), metodologías de enseñanza-aprendizaje, retroalimentación y supervisión. Debe incorporar además al ambiente educacional y el contexto en que se inserta el programa. En tanto, los contenidos del plan de estudios se establecen en términos de qué conocimientos, habilidades y actitudes debe demostrar el estudiante una vez finalizado un determinado programa⁵.

En nuestro país, los currículos de los programas de especialización en radiología tienen muchas similitudes en cuanto a sus objetivos, estructura y mecanismos de evaluación. Además de las competencias en radiología, muchos programas han incluido temáticas transversales como ética, metodología de la investigación o habilidades docentes básicas. Sin embargo, si comparamos el currículo actual de los programas con aquellos de hace 50 años con respecto a lo que se enseña y aprende el día de hoy, resulta evidente que hay diferencias: el énfasis multimodalidad de hoy contrasta con el aprendizaje exhaustivo de radiografías simples, contrastadas y estudios ecográficos en esa época, tiempo en que recién se desarrollaba la tecnología que hoy conocemos como tomografía computarizada. Los programas de formación de profesionales de la salud deben responder a las necesidades actuales, y sobre todo futuras, de la sociedad en la cual los educandos ejercerán su profesión. En el caso de nuestra especialidad, muy ligada al desarrollo de nuevas tecnologías, resulta un imperativo que los planes de estudio tengan la flexibilidad para adaptarse a los cambios; sin embargo, la modificación de lo que se enseña a los

residentes es lenta y muchas veces se encuentra con alta resistencia por parte de los equipos docentes. En este sentido, existen temas emergentes como el desarrollo de competencias globales e interculturales, la inteligencia artificial o ciencia de datos, que compiten con el tiempo curricular destinado a las tradicionales rotaciones de un programa de radiología.

Teniendo presente las necesidades de los pacientes hoy, resulta necesario preguntarse si, por ejemplo, debemos seguir enseñando estudios como el tránsito de intestino delgado o si es necesario transitar a dar más énfasis a las imágenes moleculares. Este es un debate pendiente en la comunidad radiológica académica nacional. Las sociedades científicas de radiología y diagnóstico por imagen agrupan a expertos y líderes en la materia y, por lo tanto, tienen la capacidad para identificar tendencias, avances y necesidades actuales y futuras de la educación en radiología. Ya existen experiencias internacionales de propuestas curriculares en radiología por parte de sociedades científicas en el mundo, como la *European Society of Radiology* o la *Radiological Society of North America*. Estas propuestas curriculares incluyen los conocimientos, habilidades y competencias fundamentales que deben ser adquiridos durante la formación, así como los requisitos mínimos de experiencia clínica y técnica. Otras iniciativas de sociedades científicas que apuntan a apoyar la formación de radiólogos son la creación de comités de educación, revistas científicas y desarrollo de recursos educativos.

La Sociedad Chilena de Radiología (SOCHRADI) creó el año 2021 un capítulo de Educación, el cual tiene como misión fomentar la reflexión en la comunidad radiológica nacional sobre la formación en radiología a lo largo de todo el desarrollo de la profesión, además de constituir un espacio de encuentro de radiólogos y residentes interesados en la temática. Dentro sus iniciativas, organizó un encuentro de académicos de los programas de especialidad en Chile durante el Congreso Chileno de Radiología 2022, además de conferencias virtuales con invitados nacionales e internacionales. En este marco, como SOCHRADI tenemos como tarea pendiente el diseñar un perfil de competencias mínimas para ejercer la profesión en Chile, documento que sirva de orientación a los programas.

Mentoría en radiología

La definición moderna de mentor es alguien que ayuda y aconseja a una persona menos experimentada, habitualmente más joven, y se define como un proceso

Tabla 1. Competencias del perfil CanMEDS aplicadas a un programa de especialidad en radiología y ejemplos de estrategias de evaluación

Competencia	Definición	Ejemplos de acciones en programa de especialidad	Ejemplos de estrategias de evaluación
Experto Médico	Los médicos aplican el conocimiento médico, habilidades clínicas y valores profesionales en la provisión de cuidados de alta calidad y centrados en el paciente	Asistir a programa académico local. Asistir a conferencias relevantes de la especialidad. Estudio personal	Pruebas escritas Exámenes orales Observación directa Examen práctico ECO E (Examen Clínico Objetivo Estructurado) Libro de registro
Comunicador	Los médicos establecen relaciones con pacientes y sus familias que facilitan la entrega de información esencial para obtener cuidados de salud efectivos	Elaborar y revisar informes radiológicos. Resolver consultas de pacientes y familiares. Aplicar el consentimiento informado.	Observación directa Exámenes orales ECO E Evaluación 360° Encuesta a usuarios
Colaborador	Los médicos trabajan en forma efectiva con otros profesionales de la salud para entregar cuidados centrados en el paciente, seguros y de alta calidad	Resolver interconsultas de médicos tratantes Participar en reuniones clínicas interdisciplinarias Protocolizar de exámenes con tecnólogos médicos	Observación directa Exámenes orales ECO E Evaluación 360° Simulación
Líder	Los médicos se reúnen con otros para contribuir a una visión de un sistema de salud de alta calidad y tomar responsabilidad de la entrega de excelentes cuidados a los pacientes a través de sus actividades como clínicos, administradores, académicos o docentes	Procurar la seguridad del paciente en los procesos que ocurren en radiología Asumir rol de residente jefe	Observación directa Evaluación 360°
Promotor de la Salud	Los médicos contribuyen con su experticia e influencia, y trabajan con las comunidades y pacientes para mejorar la salud. Ellos trabajan con quienes sirven para determinar y entender sus necesidades, hablar a favor de otros cuando sea necesario y gestionar la movilización de recursos para producir un cambio	Promover la protección radiológica y recomendación de estudios que no utilizan radiación ionizante Comunicar reportes críticos a pacientes y médicos tratantes	Observación directa Evaluación 360° Ensayos Portafolio Simulación
Académico	Los médicos demuestran un compromiso de por vida con la excelencia en la práctica a través de la educación continua y enseñar a otros, evaluar evidencia y contribuir a la academia	Participar en proyectos de investigación Presentar trabajos en congresos de la especialidad Realizar docencia a pares y estudiantes de medicina Implementar un programa de mentoría para residentes	Observación directa Evaluación 360° Portafolio
Profesional	Los médicos se comprometen con la salud y bienestar de los pacientes individuales y la sociedad a través de una práctica ética, altos estándares personales de comportamiento, dar cuenta a la profesión y la sociedad, regulación de la profesión y mantenimiento del bienestar personal	Diseñar un programa de bienestar de residentes Procurar respeto a políticas locales de integridad profesional	Observación directa Evaluación 360° Portafolio Ensayos

para la transmisión informal de conocimiento, capital social y apoyo psicosocial, que son percibidos por el receptor como elementos relevantes para el trabajo, la carrera o el desarrollo profesional. Ser mentor implica un trabajo personalizado, estableciendo una comunicación informal cara a cara por un período sostenido en

el tiempo entre una persona que se percibe que tiene un mayor conocimiento, sabiduría o experiencia (el mentor) y una persona que se percibe que tiene menos (el protegido o aprendiz)⁶.

La mentoría en radiología se considera actualmente como un elemento clave en la formación de residentes,

de profesores de radiología y de investigadores; sin embargo, convertirse en mentor no es una tarea fácil y requiere desarrollar una serie de habilidades indispensables para ser un verdadero guía. La mentoría es un proceso continuo, centrado en una relación de guía y de apoyo a largo plazo, donde el mentor comparte su sabiduría y experiencia, orientando a otra persona (*mentee*) para fomentar su crecimiento personal y profesional⁷. Es diferente del coaching, que es un método de superación personal utilizado en el desarrollo de la carrera profesional, con el objetivo de mejorar su desempeño a corto o mediano plazo (Tabla 2).

¿Por qué hacer mentoría en la formación de los residentes de radiología?

Los residentes de radiología se enfrentan a una alta presión académica y laboral, la que debe compatibilizarse con la vida familiar y personal, logrando un equilibrio que les permita tener éxito en ambos. Hay que considerar que un número importante de residentes (y radiólogos) deben lidiar con labores domésticas, parentales y estudio permanente; sumado a la evolución de las tecnologías en radiología, el rápido avance del conocimiento médico y la evaluación del radiólogo basado en su producción personal (académica y laboral), ha generado una interferencia permanente entre la vida personal y laboral, con altas tasas de agotamiento y burnout, que puede llevar a un abandono precoz de la residencia o a ausencias prolongadas por salud mental^{8,9}.

Diversos estudios apoyan la iniciativa de realizar mentoría a residentes, lo que disminuye la tasa de estrés y agotamiento, con mayor satisfacción personal y percepción real de crecimiento personal y profesional, con mayor satisfacción laboral tanto para el mentor como para el residente, mejorando la actividad clínica y aumentando la investigación, favoreciendo la carrera académica de ambos, la permanencia de los profesores y la retención de residentes destacados⁹⁻¹¹.

Desafíos en la incorporación de la mentoría en radiología

Aunque la idea se origine en una persona o en un grupo de radiólogos, el departamento académico a cargo de los residentes debe ser un actor relevante, ya que la mentoría es un esfuerzo grupal y para que tenga éxito se deben establecer reglas y facilitadores que permitan realizarlo sin que se convierta en un factor estresor para el mentor ni para el residente. El objetivo

de la relación entre ambos debe ser definido por el departamento académico, teniendo como fin último la formación de un radiólogo independiente que pueda tomar decisiones profesionales que sean compatibles con el bienestar personal^{12,13}.

Para lograr una adecuada mentoría, el comité de programa debe tener un plan escrito que contemple reglas fundamentales: respeto mutuo, comunicación abierta, objetivos claros y confidencialidad y además debe fijar las bases de un programa de mentoría: la aceptación de ser mentor y la voluntad de enseñar y aprender. No debe ser una actividad impuesta¹⁴⁻¹⁶.

El éxito y el grado de satisfacción de una mentoría depende principalmente de la relación recíproca y efectiva mentor-aprendiz, por lo que es de vital importancia que el aprendiz pueda elegir a su mentor y que sea una persona que satisfaga sus necesidades y expectativas. No necesariamente debe ser una sola persona. El residente debe tener la oportunidad de elegir más de un mentor que tenga las habilidades específicas que el residente busca. Por ejemplo, un mentor que lo guíe en la adquisición de conocimientos técnico-profesionales y otro que lo oriente en mantener un adecuado equilibrio entre la vida profesional y familiar^{7,17,18}.

¿Cuáles son los requisitos que debe cumplir un mentor?¹⁸⁻²⁰

- Ser consciente de las habilidades y competencias personales. Esto brindará una orientación precisa y relevante a los estudiantes, permitiendo que otros mentores puedan participar en áreas de menor conocimiento y dejando espacio para aprender del aprendiz. La mentoría no sólo es entregar conocimiento. También se recibe conocimiento, como por ejemplo de nuevas tecnologías y actualizaciones de protocolos diagnósticos.
- Prepararse en habilidades de enseñanza y retroalimentación, para orientar adecuadamente y no realizar un juicio del trabajo realizado ni del aprendiz. Centrarse en ser un guía para alcanzar los objetivos que ambos se han propuesto.
- Destinar tiempo protegido para la mentoría: La mentoría debe tener un momento específico. Si bien se puede realizar en la sala de informes, debe ser con tiempo protegido para el mentor y residente, sin que exista presión de carga laboral.
- Demostrar interés y entusiasmo: el mentor debe crear los espacios para interactuar con su aprendiz, proponiendo encuentros para ver el estado de

Tabla 2. Diferencias entre *Coaching* y Mentoría

Coaching	Mentoría
<p>Trabaja un tema concreto dirigido al rendimiento laboral en un área específica. Coach es el espejo del coachee. No integra su visión personal. Se focaliza en la tarea a perfeccionar. Requiere capacitación y entrenamiento de habilidades para el coaching. Las directrices de trabajo las da el coachee. El coach aporta tácticas de superación y avance. Ayuda al coachee a encontrar sus propias respuestas. Relación de igualdad profesional. El coach pregunta y el coachee responde. No comparte su experiencia y el coachee aprende de sus propios errores.</p>	<p>Desarrollo personal y profesional mirando el futuro. El mentor comparte su punto de vista y experiencias personales. Se focaliza en la relación personal. Profesional experto en un área con larga experiencia laboral y personal. Las directrices las da el mentor. Otorga estrategias para enfrentar situaciones considerando la realidad personal del mentee. El mentor aconseja y recomienda. Creación de vínculos emocionales. Ambos preguntan y responden generando transmisión de conocimientos. La base del aprendizaje es compartir la experiencia del mentor.</p>

avance de los objetivos propuestos y orientar en caso de dificultades no académicas. En este aspecto, el mentor debe ser paciente cuando los objetivos no se cumplen y adaptarse a los tiempos del *mentee*.

- Tener una actitud positiva: el mentor no puede fomentar una actitud negativa ni de decepción frente al aprendiz. Debe ser propositivo frente a las dificultades que pueda tener el residente, ofreciendo encontrar soluciones en conjunto, basado en la experiencia del mentor.
- Ser honesto e íntegro: El mentor tiene que asumir cuando ha cometido un error o bien no maneja algún tópico que el residente quiera aprender o corregir. Demostrar que requiere ayuda de colegas que tienen mayor conocimiento o experiencia en una determinada área permite fomentar el trabajo en equipo, lo que mejora el desempeño personal y grupal en un servicio de radiología.

¿Qué apoyo necesita un programa de radiología para fomentar la mentoría?

Hay varias características efectivas para una relación mentor-aprendiz exitosa, que deben ser garantizadas por el jefe de departamento: cuidadosa selección y preparación de los mentores con un sistema de emparejamiento basado en el compromiso mutuo, el mantenimiento de la confidencialidad y el respeto mutuo, así como una definición clara de las expectativas^{14,21}. No debe ser una actividad impuesta. El programa de radiología debe proporcionar un documento con la definición de responsabilidades, objetivos y el alcance del programa de tutoría a todo el personal médico^{9,12,15}, pudiendo ser dividida en áreas de interés, como por

ejemplo, mentoría en investigación, administración o habilidades clínico-radiológicas, dejando también la opción de encontrar el mentor adecuado en otros departamentos, según los requerimientos del residente.

Los departamentos de radiología deben estar preparados y conscientes de la responsabilidad de tener un programa de mentor-*mentee*, proporcionando tiempo protegido para que los mentores se dediquen a sus deberes académicos e implementar estrategias para la orientación de mentores, así como la capacidad de proporcionar evaluación con retroalimentación cualitativa¹⁶, idealmente ofreciendo un programa de enseñanza a todos los mentores, equipándolos con las habilidades adecuadas para proporcionar tutoría¹⁶.

Conclusión

La formación de residentes en diagnóstico por imágenes implica múltiples desafíos para los equipos docentes en la actualidad. Por una parte, es necesario visibilizar el rol del radiólogo, ante el equipo de salud y los pacientes, con el propósito de posicionar a la especialidad como un actor relevante que tiene una contribución significativa en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

Los currículos requieren ser diseñados con flexibilidad, para que puedan responder a los desafíos de la medicina que enfrentarán los futuros radiólogos en las próximas décadas.

Los residentes de radiología se benefician de un programa de mentoría en muchos aspectos de su formación, especialmente en la orientación de su carrera profesional y en el mantenimiento de un buen balance entre la vida laboral y familiar/personal. Al mismo

tiempo, beneficia al programa al generar un grupo docente comprometido y con mayores satisfacciones, fomentando un ambiente de trabajo equilibrado y de cooperación mutua en labores asistenciales y de educación, asociado a la detección de residentes con potencial en investigación y academia, que puedan seguir desarrollando el trabajo del departamento académico.

Financiamiento

Los autores no recibieron ningún tipo de financiamiento para la realización de este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Bibliografía

1. Glazer GM, Ruiz-Wibbelsmann JA. The invisible radiologist. *Radiology*. 2011 Jan;258(1):18-22. doi: 10.1148/radiol.10101447. PMID: 21183490.
2. Garrido F, Triviño X, Henríquez H, Cikutovic P, Arau R, Huete Á. Evaluación de habilidades transversales de comunicación y colaboración a través de un examen clínico objetivo estructurado de radiología de urgencias para residentes de un programa universitario de especialidad en radiología. *Rev Chil Radiol* 2019 Mar;25(1):35-41.
3. Correa FD, González GC. Uso de la evaluación en 360 grados para medir competencias en residentes de programas de postítulo de especialidades médicas: Revisión de la literatura. *ARS med*. 2020;26-31. Disponible en: <https://www.arsmedica.cl/index.php/MED/article/view/1562/1459>
4. Finlay K, Probyn L, Ho S. The CanMEDS resume: a useful educational portfolio tool for diagnostic radiology residents. *Can Assoc Radiol J*. 2012 Nov;63(4):233-6. doi: 10.1016/j.carj.2011.02.008. Epub 2011 Aug 27. PMID: 21873024.
5. Harden RM. AMEE Guide No. 14: Outcome-based education: Part 1-An introduction to outcome-based education. *Med Teach*. 1999 Jan 1;21(1):7-14. doi: 10.1080/01421599979969
6. Jacobi M. Mentoring and undergraduate academic success: a literature review. *Rev Educ Res*. 1991;61(4):505-32. doi: 10.3102/00346543061004505.
7. Clarke AJ, Burgess A, van Diggele C, Mellis C. The role of reverse mentoring in medical education: current insights. *Adv Med Educ Pract*. 2019 Aug 26;10:693-701. doi: 10.2147/AMEP.S179303. PMID: 31692591; PMCID: PMC6716570.
8. Thomas NK. Resident burnout. *JAMA*. 2004;292(23):2880-9. doi:10.1001/jama.292.23.2880.
9. Pariwatcharakul P, Ratta-Apha W, Sumalrot T, Wankaew J, Sitthiraksa N. Depression, quality of life and coping style among Thai doctors before their first year of residency training. *Postgrad Med J*. 2020 Jun;96(1136):321-324. doi: 10.1136/postgradmedj-2020-137498. Epub 2020 Apr 30. PMID: 32354701.
10. Bredella MA, Fessell D, Thrall JH. Mentorship in academic radiology: why it matters. *Insights Imaging*. 2019 Nov 15;10(11):107. doi: 10.1186/s13244-019-0799-2. PMID: 31728762; PMCID: PMC6856244.
11. Regner MF, DePopas EM, Gimarc D, McArthur TA, Borgstede J. To First-Year Radiology Residents: On Struggle, Change, and Professional Development. *J Am Coll Radiol*. 2016 Aug;13(8):1018-9. doi: 10.1016/j.jacr.2016.03.003. Epub 2016 May 5. PMID: 27162038.
12. Mainiero MB. Mentoring radiology residents: why, who, when, and how. *J Am Coll Radiol*. 2007 Aug;4(8):547-50. doi: 10.1016/j.jacr.2007.02.004. PMID: 17660118.
13. Kostubiak DE, Kwon M, Lee J, Flug JA, Hoffmann JC, Moshiri M, et al. Mentorship in Radiology. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2017 Sep-Oct;46(5):385-90. doi: 10.1067/j.cpradiol.2017.02.008. Epub 2017 Feb 20. PMID: 28460792.
14. Vieira A, Cabri MM, Spijkers S, Vieira AC, Maas M. Mentoring in radiology: An asset worth exploring! *Eur J Radiol*. 2022 Oct;155:110133. doi: 10.1016/j.ejrad.2021.110133. Epub 2021 Dec 29. PMID: 34991912.
15. Illes J, Glover GH, Wexler L, Leung AN, Glazer GM. A model for faculty mentoring in academic radiology. *Acad Radiol*. 2000 Sep;7(9):717-24; discussion 725-6. doi: 10.1016/s1076-6332(00)80529-2. Erratum in: *Acad Radiol* 2000 Nov;7(11):959. PMID: 10987334.
16. Donovan A. Views of radiology program directors on the role of mentorship in the training of radiology residents. *AJR Am J Roentgenol*. 2010 Mar;194(3):704-8. doi: 10.2214/AJR.09.3403. PMID: 20173148.
17. Wadhwa V, Nagy P, Chhabra A, Lee CS. How Effective are Your Mentoring Relationships? Mentoring Quiz for Residents. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2017 Jan-Feb;46(1):3-5. doi: 10.1067/j.cpradiol.2016.05.004. Epub 2016 May 27. PMID: 27443480.
18. Wazen J, Goldstein AJ, Kim HH, Tai R, Watts GJ, DeBenedictis CM. Tales of Mentoring in Radiology: The Experience of Residents and Mentors at a Single Academic Program. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2021 May-Jun;50(3):374-378. doi: 10.1067/j.cpradiol.2020.01.004. Epub 2020 Jan 20. PMID: 32081519.
19. Iyer RS, Lam DL, Bhargava P, Stern EJ, Wood BP, Paladin AM. Implementing and refining a faculty-resident mentorship program. *J Am Coll Radiol*. 2014 Jan;11(1):85-7. doi: 10.1016/j.jacr.2013.02.006. Epub 2013 Apr 12. PMID: 23583083.
20. Retrouvey M, Grajo JR, Awan O, Catanzano T, Cheong LHA, Mankoff D, et al. Transitioning From Radiology Training to Academic Faculty: The Importance of Mentorship. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2020 Jul-Aug;49(4):219-23. doi: 10.1067/j.cpradiol.2019.02.011. Epub 2019 Feb 28. PMID: 30904346.
21. Forman HP, Larson DB, Norbash A, Javitt MC, Beauchamp NJ, Monsees B, et al. Masters of radiology panel discussion: Encouraging and fostering mentorship - How we can ensure that no faculty member is left behind and that leaders do not fail. *AJR Am J Roentgenol*. 2011 Jul;197(1):149-53. doi: 10.2214/AJR.11.7090

¿Es necesaria la formación ética en la práctica radiológica actual?

Is ethical training necessary in today's radiological practice?

Cristián García*, Loreto Vergara, Francisco Albarracín y Alex Wash

Comité de Ética Sociedad Chilena de Radiología, Santiago, Chile

Resumen

La Ética Médica se centra en la relación médico-paciente y médico-médico, y se refiere a las conductas, prácticas y actitudes que debe tener el médico en el ejercicio de su profesión. En la práctica habitual del radiólogo, existen diversas áreas en las que pueden surgir conflictos éticos, los que deben ser reconocidos por los profesionales para prevenir y/o resolver dichos conflictos. Nuestro artículo hace hincapié en el estado actual de la ética médica, con especial énfasis en los profesionales radiólogos y la importancia de incorporar la enseñanza de Ética en los Programas de Especialización de Radiología de nuestro país.

Palabras clave: Ética. Ética médica. Radiología. Profesionalismo.

Abstract

Medical ethics centers on the physician-patient and physician-physician relationships and encompasses the behavior, practice, and attitudes that physicians must uphold in their professional duties. Within the routine practice of radiology, several spheres exist where ethical conflicts may potentially emerge. It is crucial for professionals to acknowledge and address these conflicts to prevent or resolve them. This article highlights the present state of medical ethics, particularly focusing on radiologist professionals, and stresses the significance of integrating Ethics into Radiology Specialization Programs in our country.

Keywords: Ethics. Medical ethics. Radiology. Professionalism.

*Correspondencia:

Cristián García
E-mail: cgarciab@uc.cl

Fecha de recepción: 18-07-2023

Fecha de aceptación: 19-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.M23000021

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):120-123

www.resochradi.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Marco teórico

La Ética Médica o Ética Clínica se enfoca en la relación médico-paciente y médico-médico, abarcando las conductas, prácticas y actitudes que los médicos deben mantener en el ejercicio de su profesión. Tradicionalmente, se consideran fundamentales los cuatro principios éticos delineados por Beauchamp y Childress en 1979: autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia.

El principio de autonomía se refiere al respeto al paciente como individuo, y a la obligación de respetar sus decisiones. Las personas deben ser tratadas como fines en sí mismas, no como medios para un fin. El respeto por la autonomía implica varias responsabilidades para el médico, como obtener el consentimiento informado, mantener la confidencialidad y evitar el engaño. El principio de beneficencia se refiere a la obligación del médico de priorizar el bienestar del paciente, teniendo en cuenta sus valores, principios y preferencias (autonomía). La no maleficencia se refiere a la obligación del médico de evitar o minimizar en la medida de lo posible cualquier daño al paciente. El Principio de Justicia se refiere a la obligación de buscar y lograr la equidad en la distribución de recursos, beneficios y riesgos entre los pacientes.

Por otro lado, el profesionalismo está relacionado con la ética laboral, aunque no son sinónimos. El profesionalismo enfatiza la correcta realización de la actividad profesional y establece un código de conducta laboral. En contraste, la ética laboral se refiere a la capacidad de tomar decisiones éticas y resolver cuestiones específicas. El profesionalismo se vincula con la relación médico-sociedad y se caracteriza por la capacidad de priorizar los intereses de terceros sobre los propios, mantener una adherencia constante a la moral y la ética, responder a las necesidades sociales y adoptar una actitud congruente con valores como la integridad, honestidad, calidez, compasión, altruismo, empatía, responsabilidad, compromiso continuo con la búsqueda de la excelencia, dedicación a la transmisión del conocimiento, respeto hacia los demás, reflexión y capacidad de autocrítica en relación con las propias decisiones y acciones.

Realidad actual

Al igual que en otras especialidades médicas, los radiólogos nos enfrentamos con frecuencia a dilemas éticos en nuestra práctica diaria, aunque su presentación

pueda variar y a veces no sabemos reconocerlos, prevenirlos ni resolverlos.

Entre los factores que pueden estar relacionados con posibles conflictos éticos en la práctica de la Radiología se incluyen: el uso de la radiación con fines diagnósticos, conflictos de interés, consentimiento informado, secreto médico y confidencialidad, intimidad y dignidad del paciente, exámenes innecesarios, medicina defensiva, interacción con nuestros pacientes y colegas médicos, comunicación de resultados de exámenes, comunicación de hallazgos urgentes, ética informática, inteligencia artificial, teleradiología, balance entre humanidad y tecnología, ética en la investigación, autoría de publicaciones, medicina privada versus pública, error versus negligencia, chequeos médicos con fines comerciales, hallazgos incidentales y otros.

La relación de los radiólogos con nuestros pacientes y colegas dista mucho de ser la ideal. Armstrong clasificó a los Radiólogos en 7 niveles.

- Nivel I. El radiólogo muestra cercanía física y emocional con el paciente y su familia, en un diálogo centrado en el paciente. El paciente reconoce al radiólogo como parte del equipo de salud y puede recordar su nombre. Este nivel puede corresponder al paradigma de la relación paciente-médico (radiólogo) y puede darse en la radiología intervencional.
- Nivel II. El radiólogo tiene contacto y discusión con el paciente durante el proceso de información o consentimiento, pero la interacción es breve y se enfoca en un tema específico. El paciente generalmente no puede recordar su nombre.
- Nivel III. El radiólogo puede tener contacto visual con el paciente que se somete a un estudio de imágenes, pero sin ningún contacto personal. En este nivel, el paciente puede confundir al radiólogo con cualquier empleado del hospital.
- Nivel IV. El radiólogo no tiene contacto con el paciente, pero participa en algún diálogo con el médico tratante, con respecto a los hallazgos de las imágenes u otro aspecto de la atención al paciente. La comunicación puede ser personal, presencial o por teléfono.
- Nivel V. El radiólogo puede estar preocupado exclusivamente por las imágenes médicas sin tener acceso o interés en datos clínicos relevantes o imágenes previas. No tiene otro contacto con el paciente o médico, que no sea a través de un informe escrito.
- Nivel VI. La comunicación de los resultados por parte del radiólogo puede despersonalizarse por completo y reducirse a términos como «una sombra», «opacidad», «ecogenicidad», «atenuación» o «intensidad de la señal». El informe radiológico puede ser

únicamente descriptivo y no considera un diagnóstico ni especifica la importancia de los hallazgos.

- Nivel VII. En este nivel, el paciente es solo una entidad abstracta, disponible en el mercado. Puede reducirse a un órgano del cuerpo (un tórax, una pierna, etc.), a una técnica de imagen (radiografía, tomografía computarizada, etc.) o corresponder solo a una fuente de ingresos.

En general, podemos considerar que la mayoría de los radiólogos nos encontramos entre el cuarto y el séptimo nivel.

En una era en la que las nuevas tecnologías y la demanda de una mayor productividad clínica han hecho que el contacto directo entre radiólogos y pacientes sea menos frecuente que nunca, es importante que los radiólogos hagamos una pausa de vez en cuando y consideremos las imágenes radiológicas y su conexión con la vida de los pacientes que representan, tal como ha sido destacado por Miller y Gunderman.

El radiólogo moderno

La radiología como especialidad ha evolucionado, pasando de ser un complemento en las decisiones clínicas a convertirse en un componente crucial de la atención multidisciplinaria al paciente. Sin embargo, esta mayor relevancia y dependencia de nuestros servicios conlleva riesgos, tal como señala la European Society of Radiology (ESR), que advierte el peligro de convertirnos en meros distribuidores de información, sin interactuar lo suficiente con los pacientes y colegas debido a la excesiva carga de trabajo. Asimismo, es importante destacar la posición del Radiólogo en el ámbito actual de la salud, considerando nuestros roles como médicos protectores, comunicadores, innovadores, científicos y docentes.

Con el avance de la medicina y la introducción de nuevas tecnologías como la Inteligencia Artificial, el radiólogo moderno debe asumir un papel central y crítico en el diagnóstico, tratamiento y protección de los pacientes. Para ello, es esencial que estemos completamente familiarizados con la historia clínica del paciente, asumiendo la responsabilidad en la elección de los métodos diagnósticos a utilizar, considerando sus riesgos y potenciales beneficios.

Como radiólogos, debemos desempeñar un papel de protección hacia nuestros pacientes, especialmente en cuanto a la exposición excesiva a radiación, en particular en pacientes pediátricos, así como

en evitar gastos innecesarios y asegurar un adecuado consentimiento informado y una comunicación efectiva de los resultados. También debemos actuar como defensores, transmisores de información y proveedores directos de atención a los pacientes.

El futuro de la radiología, sin duda, dependerá de la calidad de los radiólogos de la próxima generación y su capacidad para colaborar y trabajar en equipo con otras especialidades, como subraya la ESR. Todo ello con el objetivo último de lograr una radiología centrada en el paciente. Cuanto mayor sea el contacto del radiólogo con el clínico, mayor será la utilidad del estudio y la certeza diagnóstica.

Es fundamental reforzar nuestro papel como comunicadores. Para ello, debemos redactar informes claros y prácticos que contribuyan positivamente a la atención de los pacientes, además de contar con herramientas ágiles para comunicar imprevistos, urgencias o hallazgos críticos a los pacientes. En este sentido, la llamada *medicina defensiva* puede ser un obstáculo difícil de manejar si no logramos mejorar la comunicación con los médicos no radiólogos y si no buscamos cada vez más la comunicación directa con los pacientes.

La necesidad de formación en Ética en la práctica radiológica actual

El universo de los residentes es diverso y heterogéneo. La educación que han recibido, tanto en sus familias como en sus colegios y universidades, no es homogénea. Pueden provenir de familias diferentes, proyectos educativos flexibles y permisivos, pueden estar influenciados por una invasión agresiva de los medios de comunicación y pueden sostener un pensamiento utilitarista sobre el ser humano.

Es claro que los programas de especialización en radiología deben incluir formación en ética, como ya ha sido destacado por varias entidades internacionales, incluyendo la Accreditation Council for Graduate Medical Education (ACGME), American Medical Association (AMA), American College of Radiology (ACR), European Society of Radiology (ESR), Radiological Society of North America (RSNA), Association of University Radiologists (AUR), etc. Además de tener códigos de ética para lo que se refiere a la práctica radiológica, varias de estas entidades han hecho recomendaciones prácticas y han elaborado material de enseñanza para radiólogos y residentes.

Para la AUR, los objetivos fundamentales de un programa de formación de ética en radiología deben ser los siguientes: promover el estudio y la enseñanza de

la bioética, elevar el estado de la ética y el profesionalismo en radiología, apoyar el desarrollo de la enseñanza en ética y profesionalismo en radiología para estudiantes de medicina, residentes y médicos radiólogos, y apoyar el desarrollo y la difusión permanente de materiales de enseñanza de la ética y el profesionalismo en radiología.

Para esto, deben estar claras las habilidades que deben desarrollarse en los estudiantes, que les permitan identificar dilemas éticos en las situaciones que ellos enfrentan, la habilidad de formular una opinión moral bien argumentada y la preparación para tomar cursos de acción moralmente correctos.

Todo esto, teniendo como objetivo final mejorar la atención y seguridad de los pacientes, y mejorar la responsabilidad social en la atención médica dentro de la comunidad radiológica.

En nuestro país, la formación en ética puede ser débil o estar ausente en los programas de especialización en radiología. La Sociedad Chilena de Radiología debe mantener un rol en este aspecto, que puede ser fundamental para las próximas generaciones, como ya ha sido destacado. Este rol se puede ejercer a través de seminarios, participación en cursos o congresos científicos de la especialidad, actualización permanente del código de ética, publicaciones, etc. También puede elaborar un curso obligatorio para los residentes de radiología de los distintos programas que existen en el país.

Los programas de capacitación de residencia en radiología diagnóstica deben buscar capacitar a médicos, no solo intérpretes de imágenes. Como tal, nuestros residentes deben aprender a interactuar con los pacientes y otros médicos, para comunicar los resultados de las imágenes y para responder preguntas sobre el tratamiento del paciente, secuencia de exámenes, y así sucesivamente.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido ninguna fuente de financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Bibliografía recomendada

1. European Society of Radiology (ESR). The role of radiologist in the changing world of healthcare: a White Paper of the European Society of Radiology (ESR). *Insights Imaging*. 2022 Jun 4;13(1):100. doi: 10.1186/s13244-022-01241-4. PMID: 35662384; PMCID: PMC9167391.
2. Armstrong JD 2nd. Radiology ethics. *AJR Am J Roentgenol*. 1992 Jul;159(1):18-20. doi: 10.2214/ajr.159.1.1609694. PMID: 1609694.
3. Armstrong JD 2nd. Morality, ethics, and radiologists' responsibilities. *AJR Am J Roentgenol*. 1999 Aug;173(2):279-84. doi: 10.2214/ajr.173.2.10430119. PMID: 10430119.
4. García C. ¿Está el radiólogo expuesto a conflictos éticos en su práctica diaria? *Rev chil radiol [Internet]*. 2017;23(2):46-7. doi: 10.4067/S0717-93082017000200002
5. Kelly AM, Mullan PB. Designing a Curriculum for Professionalism and Ethics Within Radiology: Identifying Challenges and Expectations. *Acad Radiol*. 2018 May;25(5):610-618. doi: 10.1016/j.acra.2018.02.007. Epub 2018 Mar 23. PMID: 29580789.
6. Miller PD, Gunderman RB. Ethics in radiological practice: the story behind the image. *Acad Radiol*. 2009 Apr;16(4):502-6. doi: 10.1016/j.acra.2008.07.016. Epub 2009 Feb 6. PMID: 19201213.
7. Oljeski SA, Homer MJ, Krackov WS. Incorporating ethics education into the radiology residency curriculum: a model. *AJR Am J Roentgenol*. 2004 Sep;183(3):569-72. doi: 10.2214/ajr.183.3.1830569. PMID: 15333336.
8. Moëne K. Profesionalismo en el ejercicio de la Radiología. *Revista chilena de radiología*. 2017 Dec;23(4):180-1. doi: 10.4067/S0717-93082017000400180
9. Vydareny KH. Ethics education in the radiology residency curriculum. *AJR Am J Roentgenol*. 2004 Sep;183(3):573. doi: 10.2214/ajr.183.3.1830573. PMID: 15333337.
10. The Accreditation Council for Graduate Education [Internet]. Outcome project. Disponible en: www.acgme.org.
11. Gunderman RB. Why is ethics needed in the radiology curriculum? *Acad Radiol*. 2001 Jan;8(1):82-5. doi: 10.1016/S1076-6332(03)80747-X. PMID: 11201461.
12. Collins J, Amsel S, Alderson PO. 2001 Joseph E. and Nancy O. Whitley Award. Teaching noninterpretive skills to radiology residents. *Acad Radiol*. 2001 Sep;8(9):903-7. doi: 10.1016/s1076-6332(03)80770-5. PMID: 11724046.
13. American Medical Association [Internet]. Fellowship and Residency Electronic Interactive Database (FREIDA). Disponible en: www.ama-assn.org.
14. Ethics and Discipline [Internet]. Acr.org. Disponible en: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Governance/Ethics-and-Discipline.pdf>
15. Professionalism and Ethics Competencies for Radiology Residents. Association of University Radiologists (AUR). Disponible en: <https://www.aur.org/professionalism-and-ethics-competencies>.

El revisor de artículos científicos: una pieza clave del proceso editorial

The reviewer of scientific articles: a key part of the editorial process

Cristina García^{1,2}

¹Departamento de Radiología, Hospital Universitario Puerta del Mar, Cádiz; ²Editora Jefe de Radiología, Sociedad española de Radiología Médica, Madrid. España

Resumen

El revisor de artículos científicos es una parte esencial del proceso editorial. Todos los manuscritos que llegan a una revista son evaluados mediante un proceso llamado «revisión por pares» (peer review) en el que los revisores valoran la calidad del trabajo y asesoran al editor sobre la conveniencia o no de publicarlo. Este sistema garantiza que los artículos que se publican no tienen ningún conflicto de interés, no tienen sesgos metodológicos que invaliden sus conclusiones y sus resultados son relevantes para la comunidad científica. El buen revisor debe tener cierta experiencia en el tema del artículo que evalúa, no tener conflicto de intereses (tipo personal o financiero) y disponer del tiempo suficiente para entregar la revisión en el plazo establecido. Además, debe saber analizar las diferentes partes del manuscrito y redactar la carta de recomendación con comentarios que justifiquen su decisión. En este artículo se comentarán las diez características que debe reunir un buen revisor y también el enriquecimiento profesional que supone evaluar un artículo científico.

Palabras clave: Editorialismo. Revisión por pares. Revisor.

Abstract

The reviewer of scientific articles constitutes an essential part of the editorial process. All manuscripts submitted to a journal are evaluated through a process called peer review, in which reviewers assess the quality of the work and advise the editor on whether or not it should be published. This system guarantees that the articles published have no conflict of interest, do not have methodological biases invalidating their conclusions, and their results are relevant to the scientific community. A good reviewer must have some experience in the subject of the article being evaluated, no conflict of interest, whether personal or financial, and have sufficient time to deliver the review within the established deadline. In addition, he or she must know how to analyze the different parts of the manuscript and write the letter of recommendation with comments justifying his or her decision. This article will discuss the ten characteristics of a good reviewer and also the professional enrichment involved in evaluating a scientific article.

Keywords: Editorialism. Peer review. Reviewer.

Correspondencia:

Cristina García
E-mail: editor-radiologia@seram.es

Fecha de recepción: 10-06-2023

Fecha de aceptación: 14-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.23000042

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):124-131

www.resochradi.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El proceso de revisión por pares (*peer review*) se ha convertido en la forma habitual de valorar los artículos científicos¹. La revisión por pares² consiste en la evaluación del material remitido a la revista por expertos independientes (revisores) que valoran la calidad del trabajo y asesoran al editor sobre la conveniencia o no de publicarlo.

Debido a que las revistas científicas deben garantizar la integridad de los artículos que publican y al aumento progresivo de remisiones, es fundamental disponer de un grupo de revisores cualificados que seleccionen cuidadosamente los artículos de mayor calidad¹.

Ser revisor o revisora de una revista científica conlleva una gran responsabilidad. Escribir un informe de revisión requiere tiempo, conocer la materia que se está evaluando y haber adquirido competencias transversales en búsqueda bibliográfica y lectura crítica de artículos³, entre otras. Revisar un manuscrito no es intuitivo y requiere entrenamiento y experiencia. Aquí surge la primera disyuntiva sobre qué características debe reunir un revisor/a ideal: los radiólogos más noveles pueden tener mucho interés y motivación en revisar, pero están al principio de la curva de aprendizaje; los radiólogos más experimentados tienen más conocimientos, pero pueden tener falta de tiempo y de motivación para revisar.

Tener revisores bien formados es el primer paso que garantiza unas revisiones homogéneas que mejoran la calidad del proceso de revisión¹. Muchas sociedades científicas, conscientes de la necesidad de aumentar el número de revisores y mejorar su preparación, están promoviendo programas formativos sobre cómo revisar artículos científicos. Ejemplos de estos programas los tenemos en la *European Society of Radiology* (ESR), que convoca anualmente el *European Radiology Reviewer Fellowship*⁴, y la Sociedad Española de Radiología Médica, que recientemente también inició el programa «Dra. Soler» de revisión de artículos científicos⁵. Estas convocatorias suelen ser competitivas, existiendo un volumen elevado de solicitudes con respecto a las plazas disponibles.

Otras formas de mejorar la calidad de las revisiones son organizando cursos o *webinars* dirigidos a esas habilidades o escribir artículos educacionales sobre cómo realizar una revisión⁶.

Por ello, el objetivo de este artículo es explicar el lugar que ocupan los revisores y revisoras dentro del proceso editorial y desglosar las diez reglas de oro que debe cumplir un buen revisor/a de artículos científicos.

Con ello se pretende acercar las habilidades de revisión a todos los profesionales.

El lugar del revisor dentro del circuito editorial

El proceso editorial comienza cuando un autor envía su artículo a una revista. Una vez asignado el número de referencia, entra en el circuito editorial en el que participan los editores asignados y los revisores. Este proceso es necesario para garantizar la calidad de los contenidos de una revista científica ya que, a lo largo del proceso, se van haciendo revisiones del material, evaluándolo críticamente y detectando posibles sesgos que invaliden la solidez de sus conclusiones⁷. En la [figura 1](#) se representa un diagrama de flujo del proceso editorial tipo.

El circuito editorial depende de cada revista. Pero lo que es común en todas ellas es que el artículo debe ser revisado por expertos en el tema antes de su publicación. En ocasiones, el editor o editora puede no estar de acuerdo con la decisión de los revisores o tener una estrategia editorial que le lleve a tomar otra decisión⁸. Sin embargo, esos comentarios sí van a tener un peso importante en la decisión final del editor y rara vez un artículo rechazado por los revisores se termina publicando.

Existen muchas controversias acerca de la revisión por pares³: ¿cuántos revisores son necesarios? ¿se debe conocer la identidad de los autores? ¿debe conocer el autor la identidad de los revisores? Realmente, todas estas cuestiones son resueltas por cada revista de la forma que acuerde el Comité Editorial. Aunque no hay un número estándar de revisores por artículo, lo habitual es que cada artículo lo valoren al menos dos revisores para que el Editor tenga diferentes puntos de vista. También se pueden añadir revisores o revisoras adicionales que valoren algún aspecto metodológico concreto como la parte de estadística o la metodología de la Inteligencia Artificial³. Conocer la identidad de los autores por parte del revisor/a o viceversa, también depende de cada revista. Radiología⁹ actualmente mantiene el doble ciego (es decir, ni los autores conocen a los revisores ni los revisores conocen la identidad de los autores). Pero, por ejemplo, las revistas pertenecientes a la ESR (*European Radiology*, *Insights into Imaging* y *Experimental Radiology*) han decidido desde enero de 2023 que el revisor/a conozca la identidad de los autores (aunque el autor sigue sin conocer la identidad del revisor)¹⁰. Incluso hay publicaciones que recomiendan incluir los nombres de

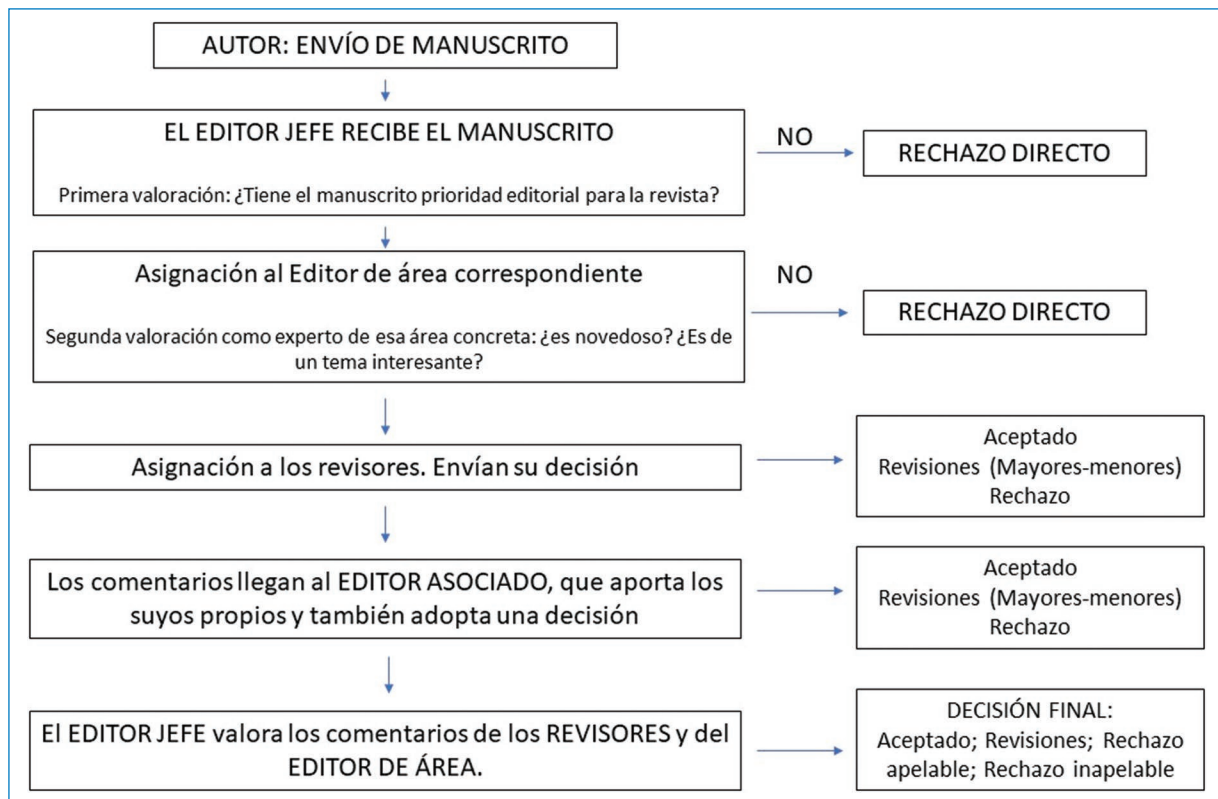


Figura 1. Esquema de un circuito editorial típico de una revista científica. El proceso editorial comienza con el envío del manuscrito por parte del autor. El Editor/a jefe hace una primera valoración y si ve que puede ser interesante, le asigna un Editor/a Asociado/a que, a su vez, valora su pertinencia. Ambos pueden rechazar el artículo directamente si piensan que no tiene calidad suficiente. Si creen que puede ser publicado, lo pasan a los revisores/as que, tras valorarlo, adoptan una decisión. Esta decisión vuelve de nuevo siguiendo los pasos de forma inversa hasta llegar al Editor Jefe que es quien toma la decisión final.

los revisores en los artículos que se publican, así como sus comentarios más relevantes para dar visibilidad a su trabajo¹¹.

Independientemente del modelo que escoja la revista, lo que debe tener claro el revisor/a es el lugar que ocupa en el circuito editorial y lo que el editor espera de él. El editor o editora no espera que el revisor tome la decisión final sobre la publicación o no del artículo, sino que lo asesore sobre si el artículo es novedoso, es interesante y no tiene sesgos importantes que invaliden sus conclusiones. Ser revisor/a conlleva una gran responsabilidad, pero no es el responsable último del artículo.

El decálogo del buen revisor/a

Si en algún momento el lector se ha planteado ser revisor/a, se ha podido plantear diferentes limitaciones que le impiden asumir ese rol: «no sé estadística»; «no

lo hice nunca»; «no estoy subespecializado»; «no sé cómo se hace». Pero con interés y unos conocimientos básicos, todos los profesionales pueden llegar a convertirse en un buen revisor.

Realmente, según Benos et al.¹², la regla de oro del buen revisor es tratar todos los manuscritos de la misma manera que le gustaría que fuera tratado el suyo. Esta premisa es muy acertada, pero realmente se deben tener unas características determinadas. A continuación, se describen las diez reglas básicas que debe reunir un profesional para ser un buen revisor de artículos.

Antes de aceptar la revisión

Regla 1: conocer qué tipo de contenidos interesan a la revista

Es necesario estar familiarizado con los objetivos de la revista para la que está revisando y valorar si el

artículo es adecuado para sus lectores. Un artículo puede ser relevante, pero si no se enmarca dentro del área de conocimiento de la revista, se debe publicar en otra¹³. Esto ocurre en ocasiones cuando un artículo es demasiado clínico y se envía a una revista radiológica, o cuando es un caso clínico de presentación infrecuente pero la imagen no es lo suficientemente relevante para un radiólogo/a.

Regla 2: conocer las normas de autores/as de la revista

El revisor/a debe conocer qué tipo de artículos se publican en la revista y sus normas de estilo. Podemos estar leyendo una buena revisión pictórica sobre un tema, pero que excede en el número de imágenes según las normas de la revista; o una actualización que exceda el número de palabras; o un artículo original que no esté estructurado de acuerdo a las normas. El revisor/a debe tener una idea general sobre la longitud del manuscrito, el número de tablas, el número de figuras y el estilo de las referencias bibliográficas para asesorar con mayor precisión a los autores sobre cómo mejorar su manuscrito.

Asimismo, la mayoría de las revistas en su sitio web tienen unas «guías para revisores», en las que te aconsejan los puntos que se deben tener en cuenta a la hora de revisar y cómo estructurar el informe de revisión.

Regla 3: no tener conflictos de intereses para evaluar el artículo

La revista tiene que garantizar que sus artículos publicados no tienen ningún conflicto de interés por parte del autor, del revisor y del editor^{3,14} ya que puede limitar la credibilidad de sus conclusiones.

Los revisores/as no están obligados a rellenar el documento del *International Committee of Medical Journal Editors*¹⁵; sin embargo, habitualmente en el apartado de valoración sí están obligados a declarar si tienen algún conflicto de interés que haya podido influir en la decisión final.

Para un revisor/a, los conflictos de intereses más habituales son de dos tipos^{3,14}:

– Personal: Es decir, que el revisor tenga relación con alguno de los autores o con sus Instituciones. Esto, en parte, lo puede solucionar el editor procurando no asignar como revisor a un profesional del mismo centro de trabajo que el autor. No obstante, las relaciones personales pueden no ser conocidas por el editor, y es obligación del revisor explicarlas a la hora de no

aceptar la evaluación del artículo o especificarlas en sus comentarios una vez evaluado, para que el editor decida si lo mantiene como revisor de ese artículo o busca otra opinión. Las relaciones personales pueden ser tanto positivas (el artículo es de mi colega y lo acepto) como negativas (es un rival científico y lo rechazo o le aconsejo repetir parte del método para tomar ventajas en mi propia investigación).

– Económica: Tener alguna actividad económica o contractual que pudiera influir directa o indirectamente en su toma de decisión (por ejemplo, ser asesor médico del fármaco que se esté estudiando o de otro de la competencia), también puede ser un motivo para no aceptar evaluar el artículo.

Además de estos conflictos de intereses, un revisor debe ser imparcial a la hora de evaluar un artículo. No se debe dejar influir por los resultados (los resultados positivos suelen ser más atractivos de publicar que los resultados negativos)³. Tampoco debe estar influenciado por las citas de sus trabajos en el artículo o las citas que hace el artículo de la propia revista. Un artículo original¹⁶ analizó las revisiones de la revista *Annals of Emergency Medicine* durante un año y concluyó que los revisores citados en los artículos tenían una mayor tasa de aceptación que los no citados. Aunque es complicado analizar la relación causa-efecto (quizás tenían mayor calidad), es un aspecto a tener en cuenta.

Si la revista detecta algún tipo de conflicto de interés no declarado por el revisor, puede no volver a invitar a este profesional e incluso eliminarlo de su lista de revisores⁶.

Regla 4: tener conocimientos científicos sobre el tema que va a revisar

El revisor/a debe comprobar que el tema del artículo se encuentra dentro de su ámbito de experiencia^{3,17}. Habitualmente, cuando llega la invitación del artículo, el revisor/a puede acceder al resumen y hacerse una idea de si es adecuado para evaluarlo o no. No obstante, los conocimientos científicos se pueden complementar con información adicional buscando artículos similares en la literatura¹⁸.

Regla 5: disponer del tiempo suficiente para entregar la revisión

Los autores y autoras invierten mucho tiempo en la investigación y en la redacción del manuscrito antes de enviarlo a la revista. Por respeto al autor, las

decisiones editoriales deben estar dentro de un plazo de tiempo razonable³. Dependiendo de la revista, el revisor dispone de más o menos tiempo para acometer su revisión. Lo normal es que se deje el plazo entre dos y tres semanas. En ese período, el revisor debe valorar si el manuscrito es apropiado, revisar la literatura relevante ya publicada, evaluar la metodología y redactar la carta de decisión¹.

El tiempo medio que se dedica a una revisión depende de la experiencia del revisor/a: para personas noveles, se estima en unas cinco horas; para revisores con más experiencia, entre una hora y media y dos horas^{17,18}.

Es importante que el revisor/a sepa si puede dedicarle el tiempo suficiente a la evaluación del artículo. Si se encuentra de vacaciones o es un momento de sobrecarga de trabajo puntual, lo debe poner como motivo de la no aceptación de la evaluación para que se siga contando con él/ella en posteriores ocasiones.

Durante la revisión

Regla 6: mantener la confidencialidad

El artículo no es un recurso científico hasta su publicación y no se puede utilizar como material de un club de lectura³. Es un documento confidencial y los revisores/as no deben comentar ninguna información sobre el trabajo que están revisando a menos que reciban permiso escrito del editor/a y del autor/a, lo cual ocurre en circunstancias excepcionales¹⁹.

Los manuscritos no publicados son propiedad intelectual de los autores/as y la confidencialidad se debe mantener a lo largo de todo el proceso editorial. El revisor/a no puede utilizar ninguna de las partes del manuscrito para una investigación o publicación propia, ya que se consideraría plagio¹⁹.

Regla 7: saber diferenciar entre los diferentes tipos de artículos

Además de conocer las normas de autor y los diferentes tipos de artículos que admite la revista, el revisor/a debe tener unos conocimientos metodológicos básicos para diferenciar entre tipos de artículos³. Es importante conocer la diferencia entre un artículo original (que puede ser una revisión sistemática) y un educacional (como el presente artículo, que es una revisión narrativa). En mi experiencia, me he encontrado comentarios de revisores que evalúan una

revisión narrativa como una revisión sistemática y viceversa. Es muy importante identificar estos errores para evaluar lo mejor posible cada tipo de artículo de acuerdo con su metodología.

Regla 8: tener conocimientos de búsqueda bibliográfica

Aunque sea un experto en la materia, puede realizar una búsqueda en la literatura para confirmar que el trabajo es novedoso y no duplica la información de estudios previos¹³. Los revisores/as más noveles pueden ampliar sus conocimientos sobre el tema.

Esta búsqueda en la literatura también sirve para aportar referencias nuevas al autor/a y fundamentar los comentarios a los autores/as en artículos publicados. Así, la carta de decisión estaría respaldada por la bibliografía existente y no serían comentarios subjetivos del revisor/a.

Regla 9: saber cómo evaluar el manuscrito

Este apartado constituye en sí mismo un artículo (o varios si vamos desglosando por apartados). Pero en esta revisión, vamos a explicar de forma resumida los aspectos clave de cada uno de ellos.

De forma general, se aconseja hacer dos lecturas: una primera que sirva para hacernos una idea general del artículo y otra segunda más detenida^{20,21}.

Al final de la valoración del artículo, deben plantearse una serie de preguntas: ¿cuál es el objetivo del trabajo? ¿es novedoso? ¿tiene una conclusión potente? Si estas preguntas no están claras para el revisor, tampoco lo estarán para los lectores²², ya que el revisor probablemente pase más tiempo leyendo el artículo que un lector medio.

– Resumen

Dependiendo de la revista y del tipo de artículo, puede ser estructurado o no estructurado¹⁴. El resumen estructurado normalmente se utiliza en artículos originales e incluye varios apartados como una introducción, los métodos, los resultados, las limitaciones y conclusiones¹⁴. Los resúmenes no estructurados suelen corresponder a artículos educacionales o especiales. No obstante, lo principal a la hora de valorar un resumen es que la información que contenga no sea contradictoria con el cuerpo del manuscrito.

– Introducción

La introducción debe servir para contextualizar el problema clínico y justificar por qué se ha realizado el estudio. Un artículo debe aportar algo novedoso a lo ya

- publicado: reproducir estudios ya realizados pero con su muestra de pacientes no es aconsejable, ya que no se avanza en el conocimiento y tiene una validez externa muy limitada. El objetivo y la pregunta de investigación deben estar definidos al final de la introducción^{3,13}.
- **Material y Métodos**
Dependiendo del tipo de artículo, se escoge una metodología. El revisor debe valorar si los autores han escogido el diseño adecuado para contestar la pregunta de investigación.
Las listas de verificación son herramientas creadas para facilitar la lectura sistemática de los diferentes estudios y detectar así posibles sesgos. Cada tipo de estudio tiene un listado de comprobación diferente. Por ejemplo, si queremos valorar un estudio de precisión de pruebas diagnósticas utilizaremos el STARD (*Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy Studies*)²³ o si el trabajo que estamos evaluando es un metaanálisis, utilizaremos QUORUM (*Quality of Reporting of Meta-analysis*)²⁴. Estos listados de comprobación son muy exhaustivos y pueden ser complicados de aplicar si se está iniciando en la lectura crítica.
Para simplificarlos, el grupo CASP-e (*Critical Appraisal Skills Programme- Español*) ha creado unos listados de verificación abreviados que contienen diez u once preguntas para valorar cada tipo de estudio. Los puede descargar en el sitio web²⁵. Una de las principales causas por las que no se animan más profesionales a acometer revisiones es la estadística. ¿Hasta qué punto es necesaria para realizar una buena revisión?²⁶. Aunque lo ideal sería tener conocimientos estadísticos básicos, no es un factor limitante a la hora de convertirse en revisor/a de artículos. Muchas revistas tienen entre sus revisores/as o editores/as expertos en estadística que revisan esta parte concreta. Sí se debe tener en cuenta a la hora de tomar una decisión que hay estudios que pueden demostrar una diferencia estadísticamente significativa, pero no ser clínicamente relevantes y que una asociación no implica causalidad¹³. Los revisores/as deben priorizar manuscritos que usan una metodología correcta sobre los que están bien escritos o tengan resultados estadísticamente significativos^{1,27}.
 - **Resultados**
Los resultados deben estar claramente expuestos. Se aconseja su presentación en tablas. Se debe comprobar que son concordantes con los que aparecen en el resumen y que se han obtenido de forma correcta.
 - **Discusión y conclusión**
En la discusión, los autores/as deben comparar sus resultados con lo previamente publicado, explicar las posibles diferencias y nombrar sus limitaciones. La conclusión debe ser breve, concisa y responder la pregunta de investigación.
 - **Material adicional**
Es importante valorar todas las tablas, figuras y pies de figura para comprobar que no hay ninguna errata. Son muy comunes los fallos en la numeración, la ausencia de señaladores en las imágenes o una explicación de los hallazgos demasiado general.

Al finalizar la revisión

Regla 10: saber redactar la carta de decisión

Una vez valorado críticamente el trabajo, el revisor/a debe redactar la carta de decisión al autor/a y al editor/a para justificar su decisión. Habitualmente, los revisores/as pueden elegir entre tres opciones: Aceptación, Revisión (hay revistas que diferencian entre revisión menor y mayor) y rechazo⁶.

Los comentarios del revisor/a deben estar estructurados y ordenados. Se pueden ordenar siguiendo las diferentes partes del artículo, para que al autor le sea más sencillo incorporarlos.

El estilo utilizado en el informe debe elaborarse con un lenguaje cortés y objetivo, indicando sugerencias constructivas. Se deben evitar frases confusas y largas, así como focalizarse en el propio punto de vista. Tampoco es aconsejable que el revisor/a demuestre tener más conocimientos que los autores/as³.

La carta al autor/a puede tener entre una y tres páginas. Se aconseja comenzar con un breve comentario que resuma el artículo. No debe incluir la decisión que ha tomado, ya que la decisión final corresponde al editor^{28,29}.

La carta al editor/a debe ser breve y concisa, ya que el editor/a puede leer los comentarios que le ha hecho el revisor/a al autor/a. Aquí puede justificar sus comentarios, la necesidad de que el artículo sea valorado por otro tipo de revisor/a (como un estadístico o un especialista en Inteligencia Artificial) o los posibles conflictos éticos. Puede expresar libremente su decisión personal sobre el artículo, pero siendo coherente: no es lógico comentarle al editor/a que lo rechaza y luego en el informe al autor/a hacer comentarios positivos.

Ventajas de ser revisor/a

Hasta ahora, hemos estado repasando todas las habilidades necesarias para ser un buen revisor/a. Pero ¿qué ventajas puede tener? Realmente supone una preparación, un esfuerzo y un tiempo extra sobre tu trabajo diario. Pero también tiene cosas positivas.

La primera es que supone un honor que cuenten con un profesional para ser revisor/a en una revista científica, ya que significa que le reconocen dentro de su área de experiencia. También puede significar un mérito curricular y puede ayudarle a avanzar en su carrera profesional^{3,22}. Habitualmente, las revistas científicas dan premios a los mejores revisores/as para reconocer su labor¹⁸. Incluso a los revisores/as con más experiencia y que tienen interés en aumentar su responsabilidad, se les puede proponer pertenecer al Comité Editorial de la revista¹⁸.

Personalmente, revisar artículos puede ayudarle a avanzar en sus conocimientos científicos, ya que hacer revisiones puede mejorar su escritura y aumentar su capacidad de investigación minimizando los sesgos. Como parte de una comunidad profesional e investigadora, revisar las remisiones de otros es una función fundamental para mantenerse actualizado en su campo y crecer^{14,30}.

Cuantitativamente también se está reconociendo la labor de revisión y cada vez más revistas ofrecen créditos de formación continuada asociados a las revisiones de artículos³.

Conclusión

Ser revisor/a de un artículo científico implica una responsabilidad. Antes de aceptar la evaluación, debe preguntarse si realmente está capacitado/a para acometer la tarea asignada, si no tiene conflictos de interés y si tiene tiempo suficiente. Tras revisar todas las partes del manuscrito y evaluarlas críticamente, debe escribir una carta de recomendación justificando su decisión tanto al autor como al editor. Un revisor/a debe ser consciente de que su capacidad de decisión es limitada y que puede diferir o contrastar con la de otros revisores/as o el editor/a de la revista, quien en última instancia toma la decisión final. Pero es indudable que un buen revisor/a contribuye a mejorar la calidad de un artículo, y esto beneficia a toda la comunidad científica y a la revista que lo publica.

Financiamiento

La autora declara no haber recibido ninguna fuente de financiamiento.

Conflicto de intereses

La autora declara no presentar ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Referencias

1. Blockeel C, Drakopoulos P, Polyzos NP, Tournaye H, García-Velasco JA. Review the 'peer review'. *Reproductive Biomedicine Online*. 2017 Dec 1;35(6):747-9. doi: 10.1016/j.rbmo.2017.08.017.
2. Sataloff RT. Peer review: universal, but valid? *Ear Nose Throat J*. 2009 Apr;88(4):848-51. PMID: 19358120.
3. Azer SA, Ramani S, Peterson R. Becoming a peer reviewer to medical education journals. *Med Teach*. 2012;34(9):698-704. doi: 10.3109/0142159X.2012.687488. Epub 2012 May 30. PMID: 22643022.
4. European Society of Radiology [Internet]. Editorial fellowship. Disponible en: <https://www.myesr.org/publications/fellowships>. Consultado el 7 de junio de 2023.
5. Sociedad Española de Radiología Médica [Internet]. Beca Dra. Soler 2022. Disponible en: <https://seram.es/becas/beca-dra-soler-2022/>. Consultado el 8 de junio de 2023.
6. Igi R. Conflicting interests involved in the process of publishing in biomedical journals. *J Buon*. 2015 Sep-Oct;20(5):1373-7. PMID: 26537088.
7. Santos JG. Revisar un artículo para Radiología: quién y cómo. *Radiología*. 2011 Sep 1;53(5):399-405. doi:10.1016/j.rx.2011.06.002.
8. Relman AS. Peer review in scientific journals--what good is it? *West J Med*. 1990 Nov;153(5):520-2. PMID: 2260288; PMCID: PMC1002603.
9. *Revista Radiología* [Internet]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119>. Consultado el 8 de junio de 2023.
10. *European Radiology* [Internet]. European Society of Radiology. For Reviewers. Disponible en: <https://www.european-radiology.org/for-reviewers/>. Consultado el 7 de junio de 2023.
11. Godlee F. Making reviewers visible: openness, accountability, and credit. *JAMA*. 2002 Jun 5;287(21):2762-5. doi: 10.1001/jama.287.21.2762. PMID: 12038905.
12. Benos DJ, Kirk KL, Hall JE. How to write a review paper. *Adv Physiol Educ*. 2003;27(2):47-52. doi:10.1152/advan.00057.2002.
13. Elston DM. Advice for reviewers (and authors and readers). *J Am Acad Dermatol*. 2018 Nov;79(5):821. doi: 10.1016/j.jaad.2017.11.007. Epub 2017 Nov 8. PMID: 29128461.
14. Napolitani F, Petrini C, Garattini S. Ethics of reviewing scientific publications. *Eur J Intern Med*. 2017 May;40:22-25. doi: 10.1016/j.ejim.2016.12.011. Epub 2016 Dec 27. PMID: 28038824.

15. International Committee of Medical Journal Editors [Internet]. Disclosure of interest. Disponible en <https://www.icmje.org/disclosure-of-interest/>. Consultado el 9 de junio de 2023.
16. Schriger DL, Kadera SP, von Elm E. Are Reviewers' Scores Influenced by Citations to Their Own Work? An Analysis of Submitted Manuscripts and Peer Reviewer Reports. *Ann Emerg Med*. 2016 Mar;67(3):401-406. e6. doi: 10.1016/j.annemergmed.2015.09.003. Epub 2015 Oct 27. PMID: 26518378.
17. Allen TW. Peer review guidance: how do you write a good review? *J Am Osteopath Assoc*. 2013 Dec;113(12):916-20. doi: 10.7556/jaoa.2013.070. PMID: 24285034.
18. Sasson A, Okojie O, Verano R, Moshiri M, Patlas MN, Hoffmann JC, et al. How to Read, Write, and Review the Imaging Literature. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2021 Mar-Apr;50(2):109-114. doi: 10.1067/j.cpradiol.2020.01.002. Epub 2020 Jan 9. PMID: 32024599.
19. Garmel GM. Reviewing manuscripts for biomedical journals. *Perm J*. 2010 Spring;14(1):32-40. doi: 10.7812/TPP/09-088. PMID: 20740129; PMCID: PMC2912703.
20. Einerson TR, Koren G. To accept or reject? A guide to peer reviewing of medical journals. *J Popul Ther Clin Pharmacol*. 2012;19(2):e328-e33. Available from: <https://jptcp.com/index.php/jptcp/article/view/434>
21. Lovejoy TI, Revenson TA, France CR. Reviewing manuscripts for peer-review journals: a primer for novice and seasoned reviewers. *Ann Behav Med*. 2011 Aug;42(1):1-13. doi: 10.1007/s12160-011-9269-x. PMID: 21505912.
22. Campbell N, Spelten E, Burmeister OK. Reviewing papers for Australian Journal of Rural Health-The benefits and the mechanics. *Aust J Rural Health*. 2020 Aug;28(4):324-326. doi: 10.1111/ajr.12667. PMID: 32857467.
23. Bossuyt P M, Reitsma J B, Bruns D E, Gatsonis C A, Glasziou P P, Irwig L et al. STARD 2015: an updated list of essential items for reporting diagnostic accuracy studies *BMJ* 2015;351:h5527 doi:10.1136/bmj.h5527
24. Moher D, Cook DJ, Eastwood S, Olkin I, Rennie D, Stroup DF. Improving the quality of reports of meta-analyses of randomised controlled trials: the QUOROM statement. Quality of Reporting of Meta-analyses. *Lancet*. 1999 Nov 27;354(9193):1896-900. doi: 10.1016/s0140-6736(99)04149-5. PMID: 10584742.
25. Critical Appraisal Skills Programme Español (CASP-e) [Internet]. Disponible en: <https://redcaspe.org/materiales/>. Consultado el 9 de junio de 2023.
26. Morton JP. Reviewing scientific manuscripts: how much statistical knowledge should a reviewer really know? *Adv Physiol Educ*. 2009 Mar;33(1):7-9. doi: 10.1152/advan.90207.2008. PMID: 19261753.
27. Farland LV, Correia KF, Wise LA, Williams PL, Ginsburg ES, Missmer SA. P-values and reproductive health: what can clinical researchers learn from the American Statistical Association? *Hum Reprod*. 2016 Nov;31(11):2406-2410. doi: 10.1093/humrep/dew192. Epub 2016 Sep 22. PMID: 27664212; PMCID: PMC5088632.
28. Bordage G. Reasons reviewers reject and accept manuscripts: the strengths and weaknesses in medical education reports. *Acad Med*. 2001 Sep;76(9):889-96. doi: 10.1097/00001888-200109000-00010. PMID: 11553504.
29. Proto AV. Radiology 2000: reviewing for Radiology. *Radiology*. 2000 Jun;215(3):619-21. doi: 10.1148/radiology.215.3.r00ma49619
30. Desselle SP, Chen AM, Amin M, Aslani P, Dawoud D, Miller MJ, Norgaard LS. Generosity, collegiality, and scientific accuracy when writing and reviewing original research. *Res Social Adm Pharm*. 2020 Feb;16(2):261-265. doi: 10.1016/j.sapharm.2019.04.054. Epub 2019 May 12. PMID: 31101458.

Homenaje al padre de la radiología: W.C. Roentgen

Tribute to the father of radiology: W.C. Roentgen

Karla Moëne¹ y Gonzalo Corral^{2*}

¹Servicio de Radiología Infantil, Clínica Las Condes; ²Servicio de Radiología, Hospital Exequiel González Cortés. Santiago, Chile

Resumen

Wilhelm Conrad Roentgen, conocido como el padre de la radiología, nació en 1845 en Alemania. En 1895, descubrió los rayos X, una forma de radiación capaz de atravesar objetos y producir imágenes en pantallas y placas. Este descubrimiento revolucionó la medicina y abrió una nueva era. Los rayos X encontraron su mayor triunfo en la medicina, permitiendo la visualización de estructuras internas del cuerpo sin la necesidad de procedimientos invasivos. Desde radiografías óseas hasta estudios de anatomía y patología, los rayos X se convirtieron en una herramienta invaluable para los médicos. Posteriormente se desarrollaron técnicas avanzadas, que ampliaron aún más el alcance de los rayos X en el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades. Roentgen destacó por su modestia y generosidad al compartir libremente sus hallazgos con la comunidad científica. La radiología ha evolucionado con el uso de técnicas como la tomografía computarizada y el PET-CT (Positron Emission Tomography-computed Tomography), que proporcionan imágenes en tres dimensiones con una precisión sorprendente. Además, se están utilizando herramientas de inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar la precisión en el diagnóstico. En el centenario de su fallecimiento, recordamos a Roentgen como pionero cuyo legado perdura en la medicina moderna. Su labor perdura, inspirando a sucesivas generaciones en la indagación científica.

Palabras clave: Roentgen. Rayos X. Centenario.

Abstract

Wilhelm Conrad Roentgen, renowned as the father of radiology, was born in Germany in 1845. In 1895, he made a groundbreaking discovery: X-rays, a type of radiation capable of traversing objects and producing images on screens and plates. This momentous finding revolutionized medicine and marked the beginning of a new era. X-rays found their greatest triumph in medicine, enabling non-invasive visualization of internal body structures, ranging from bone radiographs to anatomy and pathology studies. As a result, X-rays became an invaluable tool for physicians worldwide. Over time, advanced techniques emerged, further broadening the scope of X-rays in diagnosing and treating various diseases. Roentgen's contributions extended beyond his scientific achievements; he was also recognized for his modesty and generosity in openly sharing his findings with the scientific community. In the following years, radiology evolved, incorporating techniques like computed tomography and PET-CT (Positron Emission Tomography-computed Tomography), which provide three-dimensional images with remarkable precision. Moreover, the integration of artificial intelligence and machine learning has enhanced diagnostic accuracy in radiology. On the 100th anniversary of his passing, we commemorate Roentgen as a pioneering figure whose legacy continues to shape modern medicine. His work remains an enduring source of inspiration, driving generations to explore the realms of scientific inquiry.

Keywords: Roentgen. X-rays. Centennial.

*Correspondencia:

Gonzalo Corral
E-mail: gonzalocorral@gmail.com

Fecha de recepción: 23-06-2023

Fecha de aceptación: 16-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.23000045

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):132-135

www.resochradi.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Homenaje en el centenario de su nacimiento

En los inicios de la Revista de la Sociedad Chilena de Radiología, a fines del año 1945, el Dr. Fernán Díaz, destacado Radiólogo del Instituto de Radiología Dr. Heegewaldt del Hospital San Francisco de Borja, publicó un excelente homenaje a Wilhelm Conrad Roentgen en el centenario de su nacimiento (ver material suplementario), cuyo contenido resulta difícil de acceder, por lo que necesariamente iniciaremos este homenaje haciendo referencia a algunas partes de este histórico texto.

El 27 de marzo de 1845 nació Wilhelm Roentgen en Lennep, Alemania, cerca del río Rhin y de la ciudad de Colonia. Hizo sus estudios secundarios en Holanda y en 1869 viajó a Zúrich para formarse como físico, bajo la dirección del célebre Kundt, que lo escogió como ayudante a los 24 años de vida.

En 1879 fue llamado desde Giessen en calidad de profesor, desarrollándose en la docencia e investigación. Luego, en 1888 fue a la Universidad de Würzburg, donde en 1895 le dijo a su mujer que estaba trabajando en “algo interesante”.

El 1 de enero de 1896 presentó dos célebres e históricas comunicaciones, clásicas de su estilo por la brevedad, seguridad y fuerza de las conclusiones. Había constatado una especie de rayos, distintos a los de la luz verde debidos a la fluorescencia, en el tubo de rayos catódicos. «Se produjo una radiación desconocida e invisible que hace luminosa cualquier pantalla fluorescente colocada en las inmediaciones y es capaz de impresionar placas fotográficas con la imagen de objetos opacos, bautizados como rayos X»¹.

Pocos días después estalló una tempestad de admiración en los círculos científicos y en los diarios, en los que sólo se escribía sobre estos rayos que permitían mirar a través de todo. Se hizo popular el nombre y retrato de este curioso *Herr Professor*, capaz de manejar rayos tan descomunales.

Roentgen se vio asediado por los científicos en la universidad, en su laboratorio y en su casa. No tuvo tranquilidad, por lo que no pudo «hacer nada serio» en cuatro semanas, como escribió en una de sus cartas¹. Sin embargo, esto no impidió los avances científicos que derivaron del descubrimiento. Se demostró que los nuevos rayos eran ondas electromagnéticas y Max von Laue expuso que explicaban la disposición de los cristales naturales, lo que enriqueció el conocimiento de la constitución de la materia.

Pero fue en la medicina donde los rayos Roentgen obtuvieron su mayor triunfo, comenzando por la memorable reunión de la Sociedad de Física Médica de Würzburg, en donde fueron presentados de la mano del célebre anatomista Rudolf Albert von Kölliker.

Tres años después, el fisiólogo Walter Bradford Cannon demostró que los rayos Roentgen permitían estudiar la anatomía y motilidad digestiva en animales, al añadir bismuto a su comida y observar su paso por el tracto gastrointestinal.

Más tarde, en París, G. Joubert y Bertin-Sous reportaron radiografías de pacientes portadores de cálculos renales y después, Woelcker y von Lichtenberg consiguieron las primeras pielografías ascendentes, en 1905¹.

En 1923, investigadores de la *Mayo Clinic* iniciaron la técnica de urografía descendente, que se perfeccionó en forma definitiva cuando químicos y médicos, en colaboración con el *Mount Sinai Hospital*, en 1929, encontraron un medio de contraste inyectable intravenoso, inocuo y eliminable por el riñón, consiguiendo excelentes imágenes para diagnóstico. Graham y Colle aplicaron el mismo principio para la visualización de la vía biliar, iniciando otro fructífero campo de aplicación de los rayos Roentgen.

La Roentgenterapia o radioterapia ligó su desarrollo a los progresos de la ingeniería, que logró hacer tubos capaces de soportar altas tensiones, permitiendo regular la dureza e intensidad de las radiaciones útiles.

Roentgen destacó siempre por su modestia. Un año después de su gran descubrimiento, la Real Sociedad de Ciencias de Londres le confirió la medalla Rumford y en 1901 recibió el premio Nobel de Física. Antes y después de estos premios rechazó toda otra distinción, entre ellas la de la noble y real Orden de la Corona de Baviera. Resistió a los halagos de la fama y evitó la seducción del dinero, rechazando todo ofrecimiento de comercialización de su descubrimiento y compartiendo libremente sus hallazgos con la comunidad científica. Gustaba de dar paseos con su esposa por las montañas del sur de Alemania y de Suiza para disfrutar del paisaje, el aire y las flores, además de oír música de Beethoven y Bach.

En sus últimos años, Roentgen leía con especial predilección el Quijote, donde aprendió a amar las personalidades de Sancho y la del Caballero de la Triste Figura. Aunque también hubo días tristes, ya que vio morir a su mujer y con ella a su mejor amiga, siendo ella de los pocos que tuvieron el privilegio de conocerlo en su sencilla intimidad. Por otro lado, vio tropas extranjeras atravesando el país del Rhin y, por último,

vivió la envidia de algunos que hicieron correr la voz de que el verdadero descubridor de los rayos X habría sido un asistente del laboratorio y no él.

Así, su interesante biografía constituye una chispa espiritual que encendió una luz que aclaró oscuros senderos de la ciencia y que iluminó el cuerpo humano, llevando a innumerables enfermos el beneficio de la salud.

El 10 de febrero de 1923 se extinguió suavemente la vida de este hombre eminente¹.

Homenaje al padre de la radiología, W. C. Roentgen, en el centenario de su muerte

Con el histórico descubrimiento de Roentgen, los rayos X se convirtieron en una ventana al mundo invisible. Actualmente, son una herramienta invaluable en el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades en prácticamente todas las áreas de la medicina.

Las imágenes radiológicas han experimentado una evolución explosiva, tanto en términos de cantidad como de complejidad. Gracias a esta capacidad de visualizar las estructuras internas del cuerpo sin invadirlo, los médicos, especialmente los radiólogos, han logrado avanzar significativamente en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, de una forma que difícilmente podría haberse alcanzado de otra manera.

A fines de 1895, el uso de radiografías médicas en todo el mundo se expandió de manera explosiva y el impacto científico fue instantáneo: en el primer año, la radiografía fue objeto de unos 49 libros y más de 1.000 artículos, en una época de escasas revistas científicas². Esto sería tan solo un presagio de lo que estaba por venir. Así, en 1901, Alban Köhler publicó su monografía sobre radiografía ósea y más tarde publicó *Enciclopedia de los límites de lo normal y los inicios de lo patológico en las imágenes de rayos X* en 1910, que luego se concentró en imágenes óseas y todavía permanece en impresión³.

En 1905, se publicó un consenso de que la radiografía ósea ya había llegado a la madurez, con imágenes de alta calidad para las extremidades y proyecciones radiográficas específicas. No es fácil dimensionar el aporte de Roentgen al estudio, desarrollo y tratamiento de la vasta patología del sistema osteoarticular, que permitía evaluar la morfología y estructura ósea, además de los espacios articulares, de una manera antes inimaginable⁴.

Entre los años 1905 y 1906 se presentó la artrografía, en un principio con aire u oxígeno. Posteriormente se aplicaron medios de contraste radiopacos, destacando

la utilidad de la artrografía de cadera en la enfermedad de Legg-Calvé-Perthes³.

Entre los años 1914 y 1915, se introdujo la tomografía convencional, una de las primeras técnicas diseñadas para mejorar las radiografías de proyección. Este método fue descubierto de manera simultánea por al menos nueve investigadores en cinco países diferentes⁵.

En 1913, el Dr. Albert Salomon, residente de la Clínica Universitaria Real de Cirugía en Berlín, publicó su obra *Beiträge zur Pathologie und Klinik der Mamma carcinome*, considerada como el punto de partida de la radiología mamaria. Salomon estableció descripciones fundamentales que siguen siendo relevantes en la actualidad, tales como calcificaciones, espiculaciones y quistes, además de hacer referencia a la presencia de metástasis en los linfonodos⁶.

En la década de 1930, el desarrollo de medios de contraste urográficos permitió realizar exámenes sin dolor y sin riesgo de embolismo aéreo asociado a la insuflación previa de grandes cantidades de aire.

En 1953, se produjo una revolución en la angiografía gracias a una técnica ampliamente utilizada hasta la actualidad, conocida como la técnica de Sven-Ivar Seldinger⁷. Con mejoras en las técnicas angiográficas, se renovó el interés en la imagenología vascular y tumoral a finales del siglo XX. Además, la angiografía se benefició de técnicas menos invasivas como la Tomografía Computarizada (TC). Recientemente, la angiografía convencional ha ganado protagonismo en procedimientos terapéuticos, al igual que otras técnicas intervencionistas percutáneas y mínimamente invasivas guiadas por imágenes, que permiten biopsias de alta precisión y presentan menores complicaciones que los métodos tradicionales, además de proporcionar tratamientos específicos para diversas enfermedades⁸.

A lo largo del tiempo, los «rayos X» han evolucionado desde las imágenes bidimensionales en escala de grises que produce la radiografía hasta el día de hoy, a imágenes en tres dimensiones, con calidad y detalle excepcionales, que nos permiten evaluar la totalidad del cuerpo humano. Además, se han desarrollado medios de contraste seguros, como la TC en todas sus variantes, y en otros casos se ha combinado con agentes emisores de radiación, como en el PET-CT, que ofrecen imágenes coloridas con una precisión sorprendente.

Gracias a Wilhelm Roentgen podemos explorar el funcionamiento interno de órganos vitales, evaluar el flujo sanguíneo y el metabolismo cerebral, detectar tumores

en etapas tempranas y guiar procedimientos con precisión milimétrica, sin olvidar la planificación de radioterapia, que se nutrió también de ese gran descubrimiento.

En los últimos tiempos, el progreso en las imágenes radiológicas no se ha limitado únicamente a las técnicas de adquisición, sino que también ha habido avances significativos en el análisis posterior. Estos avances están permitiendo a los radiólogos emplear herramientas de inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar la precisión en el diagnóstico y la detección de enfermedades⁹.

Nuestra responsabilidad como radiólogos nos debe llevar a utilizar este poderoso conocimiento y la tecnología de manera ética y precisa, siempre en beneficio de nuestros pacientes.

En tiempos tan dinámicos como los actuales, en los que la medicina a distancia y los avances técnicos y científicos se aceleran, un desafío importante para los profesionales de la radiología es mantener el centro en el paciente, reconociendo que detrás de cada imagen hay una persona, un paciente que confía en nosotros para obtener respuestas y guías en su proceso de diagnóstico y tratamiento. Por lo tanto, debemos cultivar la empatía, el cuidado y la comunicación efectiva junto con el conocimiento del desarrollo tecnológico, fundamentales para ejercer nuestra labor, como el mismo Roentgen seguramente hubiese querido.

En el centenario de su muerte, recordamos con admiración y gratitud a Wilhelm Roentgen, el científico que cambió para siempre nuestra comprensión del mundo y fundó los cimientos de nuestra amada especialidad. Su legado perdura en todos aquellos que valoramos el poder del conocimiento y la exploración científica. Esperamos que la vida y el trabajo de Wilhelm Roentgen sigan inspirando a las futuras generaciones de científicos en la búsqueda de la verdad, desafiando los límites y desentrañando los misterios de la medicina del futuro.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido ninguna fuente de financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en DOI: 10.24875/RCHRAD.23000045. Este material es provisto por el autor de correspondencia y publicado online para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

Bibliografía

1. Díaz F. Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923). Homenaje en el centenario de su nacimiento. *Rev Chil Radiol* 1945; 2(3-4): 5-9.
2. Howell JD. Early clinical use of the x-ray. *Trans Am Clin Climatol Assoc.* 2016;127: 341-9. PMID: 28066069; PMCID: PMC5216491.
3. Geijer M, Inci F, Solidakis N, Szaro P, Al-Amiry B. The development of musculoskeletal radiology for 100 years as presented in the pages of *Acta Radiologica*. *Acta Radiol.* 2021 Nov;62(11):1460-72. doi: 10.1177/02841851211050866. Epub 2021 Oct 19. PMID: 34664508; PMCID: PMC8647486.
4. Renner JB. Conventional radiography in musculoskeletal imaging. *Radiol Clin North Am* 2009 May;47: 357-72. doi: 10.1016/j.rcl.2009.01.005. PMID: 19361664.
5. Eisenberg R. *Radiology: an illustrated history*. St Louis, MO: Mosby; c1992. 512 p.
6. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta Radiol* 1953 May; 39(5):368-76. doi: 10.3109/00016925309136722. PMID: 13057644.
7. Zackrisson S, Andersson I. The development of breast radiology: the *Acta Radiologica* perspective. *Acta Radiol.* 2021 Nov;62(11):1473-80. doi: 10.1177/02841851211050861. Epub 2021 Oct 28. PMID: 34709078.
8. Dondelinger R. Advances in abdominal interventional radiology. *Lancet.* 1999 Apr; 353 Suppl 1:S115-8. doi: 10.1016/s0140-6736(99)90223-4. PMID: 10319926.
9. Reyes R, Meier R, Pereira S, Silva C, Dahlweid C, von Tengg-Kobligh H, et al. On the Interpretability of Artificial Intelligence in Radiology: Challenges and Opportunities. *Radiol Artif Intell.* 2020 May 27;2(3):e190043. doi: 10.1148/ryai.2020190043. PMID: 32510054; PMCID: PMC7259808.

Estado actual del diagnóstico de la displasia del desarrollo de las caderas en el siglo XXI

Current status of the diagnosis of developmental dysplasia of the hips in the 21st Century

Lizbet Pérez^{1,2*}, Javier Besomi^{3,4} y Isabel Fuentealba^{1,2}

¹Departamento de Imágenes, Clínica Alemana de Santiago, Facultad de Medicina Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo; ²Servicio de Radiología, Hospital de Niños Luis Calvo Mackenna; ³Departamento de Traumatología, Clínica Alemana de Santiago, Facultad de Medicina Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo; ⁴Servicio de Ortopedia y Traumatología Infantil, Hospital Clínico San Borja Arriarán. Santiago, Chile

Resumen

Inspirados en un artículo sobre displasia del desarrollo de las caderas (DDC) escrito a mediados del siglo XX, presentamos un análisis actualizado de la epidemiología, etiología, factores de riesgo e historia natural de esta enfermedad. Recapitulamos los conceptos y definiciones fundamentales necesarios para abordar un diagnóstico adecuado. Examinamos el papel de las imágenes en el diagnóstico, destacando la Radiografía de pelvis AP (anteroposterior), la modalidad más empleada en nuestro país para este propósito. Describimos el método que hemos desarrollado, denominado HI-RADS, para analizar e informar las Radiografías de pelvis AP en el contexto de la pesquisa universal a los tres meses. Abordamos las diversas técnicas ecográficas disponibles para el diagnóstico, recomendando la utilización combinada de enfoques estáticos y dinámicos. Enfatizamos la importancia de una detección temprana para prevenir secuelas, práctica que se lleva a cabo en varios países, aunque aún existe falta de consenso en cuanto a su implementación.

Palabras clave: Displasia del desarrollo de las caderas. Cadera displásica. Displasia luxante de caderas. Luxación congénita de caderas. Radiografía de pelvis AP. Ecografía de caderas.

Abstract

Inspired by an article on developmental dysplasia of the hips (DDH) from the mid-20th century, we present an updated examination of the epidemiology, etiology, risk factors, and natural history of this condition. We provide a concise overview of essential concepts and definitions crucial for an accurate diagnostic approach. We assess the current significance of imaging in the diagnostic process, with a particular focus on AP pelvic radiography—the prevailing imaging modality employed in our country for diagnosis. We elucidate our own method, termed HI-RADS, for analyzing and reporting AP pelvic X-rays in the context of universal screening at three months. Furthermore, we discuss various ultrasound techniques for diagnosis and advocate for their combined static and dynamic utilization. We emphasize the critical need for early detection to prevent potential complications, a practice adopted by several countries; however, achieving a consensus on its implementation remains an ongoing challenge.

Keywords: Developmental dysplasia of the hips. Dysplastic hip. Luxating dysplasia of the hips. Congenital dislocation of the hips. Radiography pelvis. Ultrasound hips.

*Correspondencia:

Lizbet Pérez
E-mail: lizbet.perez@gmail.com

Fecha de recepción: 09-07-2023

Fecha de aceptación: 16-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.23000050

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):136-147

www.resochradi.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

En el marco del lanzamiento de este número especial de la Revista Chilena de Radiología, celebrando el 80 aniversario de la Sociedad Chilena de Radiología, se nos invitó a abordar el estado actual de la DDC, tomando como punto de partida un artículo publicado en la Revista de la Sociedad Chilena de Radiología en septiembre-diciembre de 1945, titulado *Comentarios clínico-radiológicos sobre la displasia congénita de la cadera* (ver material suplementario)¹. En dicho artículo, el Dr. Eugenio Díaz Bordeu, Traumatólogo, y el Dr. Manuel Neira Salgado, Radiólogo del Hospital de Niños Roberto del Río, nos presentan, con una prosa médicamente precisa pero a la vez agradable y en ocasiones literaria, una visión de conceptos y abordajes de la enfermedad acorde a la época en que fue escrito, algunos de los cuales han evolucionado con el tiempo, mientras que otros aún generan controversia en la comunidad médica. No realizaremos un análisis exhaustivo de lo escrito por los doctores Díaz y Neira; en cambio, tomamos su trabajo como inspiración para contextualizar el diagnóstico actual de esta enfermedad, que constituye la patología del aparato locomotor más frecuente en la infancia. Nuestro objetivo consiste en actualizar el papel de las imágenes y recapitular algunos conceptos clínico-imageológicos relevantes para el diagnóstico de la DDC.

DESARROLLO

Definición y Terminología

- Displasia del desarrollo de la cadera: corresponde a un espectro de condiciones relacionadas con el desarrollo de la cadera en lactantes y niños pequeños. Este espectro incluye anomalías de la estabilidad (inestabilidad, subluxación, luxación) así como anomalías anatómicas de la cabeza femoral y el acetábulo (displasia). El término DDC es casi universalmente aceptado, y se prefiere a los términos «luxación congénita de caderas» o «displasia luxante de caderas»². Los términos «luxación» o «luxante» para definir esta entidad dejan fuera etapas iniciales de la enfermedad en las que aún no existe pérdida de la relación coxofemoral.
- Displasia congénita de cadera: término utilizado por los Dres. Díaz y Neira en su artículo¹, tampoco refleja fielmente la historia natural dinámica y secuencial de esta enfermedad, aceptándose actualmente “del desarrollo” ya que implica que este trastorno puede aparecer incluso después del nacimiento².

- Displasia acetabular: anomalía estructural del acetábulo, caracterizada por un acetábulo más pequeño o con una mayor oblicuidad, que se aprecia principalmente en imágenes, especialmente en radiografías, y que puede afectar la adecuada relación con la cabeza femoral³.
- Luxación teratológica: es diferente a la DDC, ya que es una alteración neuromuscular que provoca la pérdida de la congruencia de la articulación coxofemoral, y corresponde al 2% de las causas de luxación congénita de caderas⁴.

Epidemiología

La incidencia real de la DDC puede variar, dependiendo de varios factores, como el método diagnóstico (clínico o por imágenes) y el tipo de imágenes utilizadas, ya sea ultrasonido o radiografía³. La edad en la que se realiza el diagnóstico también es relevante. Se ha establecido que aproximadamente un 1-2% de los recién nacidos presentan caderas subluxables o subluxadas al nacer, de los cuales, un 60% se estabilizan a la semana y un 90% a los dos meses, con o sin tratamiento⁵. Durante el seguimiento hasta el primer año de vida, la mayoría de los casos evolucionan de manera normal, con una incidencia final de DDC del 0.15%⁶. Asimismo, se ha descrito una incidencia de 0.034% de displasias que se manifiestan antes del año, con estudios radiológicos normales a los tres meses, lo que se conoce como displasia de inicio tardío⁷. En la población chilena, la incidencia de DDC en recién nacidos es aproximadamente del 3.9%⁸. En Chile, aproximadamente 2.04 de cada 1000 nacidos vivos presentan el signo de Ortolani positivo (+)⁹, estimándose una incidencia de 1 de cada 500-600 nacidos vivos con subluxación-luxación, lo que se traduce en aproximadamente entre 400 y 460 casos al año¹⁰. Si esta enfermedad no se corrige de forma adecuada, puede ocasionar discapacidad física significativa en la adultez³. La DDC es la causa más común de artroplastia total de cadera en adultos jóvenes, representando aproximadamente entre el 21% y el 29% de los casos¹¹. La displasia acetabular constituye la razón más frecuente de artroplastia de cadera en mujeres menores de 50 años y puede estar asociada con DDC infantil¹².

Etiología

La etiología de la DDC aún no está completamente esclarecida. Sin embargo, existe consenso en que tiene un origen multifactorial que involucra tanto

factores genéticos como ambientales. Estos elementos podrían contribuir a una mayor laxitud articular y/o un desarrollo deficiente de las estructuras articulares⁴.

Factores de riesgo y condiciones relacionadas

- Antecedentes familiares: Presentan un riesgo relativo de 1.39 (IC 95%: 1.23–1.57)¹³. Además, están asociados con casos más graves de DDC y un mayor fracaso del tratamiento con arnés¹⁴.
- Género femenino: Riesgo relativo de 2.54 (IC 95%: 2.11–3.05)¹³. El género femenino también se asoció a DDC más graves y con mayor fracaso del tratamiento con arnés¹⁴.
- Posición podálica intrauterina: Riesgo relativo de 3.75 (IC 95%: 2.25–6.24)¹³. Sin asociación con DDC más graves ni con necesidad de tratamiento quirúrgico¹⁴.
- Limitación al movimiento antenatal o postnatal: Esto puede estar relacionado con la rigidez del útero no grávido previamente y con el oligohidramnios. Como resultado, la DDC podría estar vinculada con otras anomalías ortopédicas, como el metatarso varo, la tortícolis congénita y el pie equinovaro. También se ha observado una relación entre la envoltura rígida de los neonatos con las caderas en aducción y extensión¹⁵, una práctica que solía ser común en algunas culturas y sociedades, y que se llevaba a cabo en el pasado en Chile, donde los bebés se envolvían para mantenerlos abrigados y tranquilos. Afortunadamente, esta conducta ha cambiado gracias a la educación de las madres en la atención primaria de salud.

Fisiopatología e historia natural

- Mayor laxitud capsular y ligamentosa (que se manifiesta clínicamente mediante inestabilidad, aunque no se pueden detectar cambios morfológicos en imágenes), pero sí se observan signos de inestabilidad en el examen físico y en el ultrasonido.
- La cabeza femoral inestable comienza a apoyar en el borde superoexterno del acetábulo (lo que es detectable mediante cambios morfológicos en imágenes, como el aumento del ángulo de inclinación del acetábulo, el desarrollo excéntrico de la foseta acetabular y la formación de una doble foseta acetabular). Esto también podría explicar la morfología no angular del borde óseo superoexterno del acetábulo (ceja).

- Migración y ascenso de la cabeza femoral proximal (manifestado clínicamente y en las imágenes como subluxación de la cabeza femoral).
- Eversión del *labrum*, elongación del ligamento redondo y ocupación de la cavidad cotiloidea por la grasa del pulvinar, lo que impide que la cabeza femoral regrese a su posición normal dentro de la cavidad articular (manifestaciones clínicas e imágenes de luxación de la cabeza femoral).
- La cabeza femoral se encuentra fuera del cotilo, con interposición del psoas iliaco que impide que la cabeza vuelva a la cavidad (luxación con formación de neocotilo y alteración de la cabeza femoral)¹⁵.

Diagnóstico clínico

El diagnóstico de DDC se basa en imágenes². Las características clínicas nos permiten identificar factores de riesgo y sospechas diagnósticas. En primer lugar, debemos tener en cuenta la anamnesis para identificar los factores de riesgo mencionados. Luego, el examen físico puede ser normal, como ocurre en la mayoría de los casos de displasia acetabular sin inestabilidad ni luxación. Los signos clínicos que nos hacen sospechar DDC son:

- Asimetría en pliegues muslo proximal
- Dismetría de extremidades inferiores
- Limitación de la abducción de caderas menor a 60° con aductores tensos
- Click o resalte en la movilidad en abducción de las caderas, muchas veces es parte de la normalidad por la laxitud ligamentaria propia de los recién nacidos y lactantes.
(Estos cuatro primeros son poco específicos y pueden tener falsos positivos)
- Signo de Galeazzi positivo
- Signo de Ortolani y Barlow positivos

Diagnóstico por imágenes

Los Dres. Arce y García, en su artículo *Displasia del desarrollo de las caderas. ¿Radiografía o Ultrasonografía? ¿A quiénes y cuándo?*, publicado en el año 2000 en la Revista Chilena de Pediatría, recomiendan, basados en su experiencia, que en Chile todos los niños sean sometidos al mejor método de imágenes, ya sea radiografía o ecografía, según el caso, para la detección de la DDC¹⁶. A pesar de los años transcurridos desde dicha publicación, nosotros respaldamos esta recomendación.

Radiografía de pelvis

No existen estudios que demuestren la exactitud diagnóstica de la Radiografía de pelvis AP en el diagnóstico de la DDC¹⁰. En la literatura de habla inglesa, se le atribuye valor diagnóstico a partir de los cuatro meses de edad. La falta de visualización de la cabeza femoral osificada y la menor osificación del acetábulo antes de los cuatro meses hacen que no sea considerada en el diagnóstico inicial. Además, en muchos casos, el uso de un protector gonadal que se superpone a las estructuras de la pelvis ha llevado a que algunos autores se refieran a la radiografía (Rx) de pelvis como un método insatisfactorio y deficiente para evaluar la DDC antes de los 4 meses¹⁷.

Dado que la mayor parte de los componentes acetabulares y femorales de la articulación coxofemoral son cartilaginosos y no quedan bien representados con los rayos X, este método se convierte en una evaluación indirecta de esta articulación a esta edad. Sin embargo, si se sigue una técnica rigurosa para obtener la radiografía y se sistematiza su análisis, incluyendo el análisis morfológico y la relación de cada uno de los componentes, puede convertirse en un buen método diagnóstico de la DDC desde los tres meses de edad, como se ha demostrado en Chile¹². Por tanto, a partir de ahora nos referiremos específicamente a la Radiografía de pelvis AP tomada a los tres meses de edad para el diagnóstico temprano de DDC.

Evaluación de la técnica radiológica

La radiografía debe ser tomada en decúbito supino, con las extremidades inferiores en extensión, paralelas y simétricas¹⁰. Es imprescindible una adecuada técnica para un correcto análisis e interpretación de los hallazgos (Fig. 1).

Análisis de la Radiografía de pelvis AP

Los parámetros a considerar en el análisis de la Radiografía de pelvis AP se discuten a continuación y están representados en la figura 2:

- Ángulo acetabular: Este parámetro es uno de los más clásicos y ampliamente utilizados, también conocido como ángulo de Hilgenreiner o índice acetabular. Se forma trazando una línea horizontal que conecta los cartílagos trirradiados uniendo los puntos más bajos de los huesos iliacos, también conocida como la línea de Hilgenreiner o línea Y¹⁸, y la línea tangente al

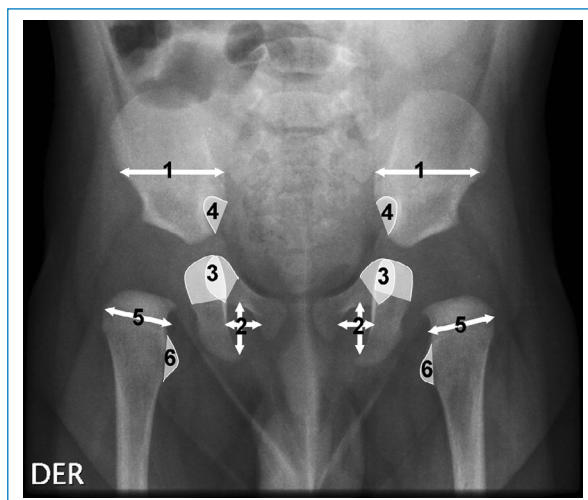


Figura 1. Radiografía técnicamente óptima para el informe: Debe quedar simétrica, bien centrada, las alas ilíacas (1) y los agujeros obturadores del mismo ancho y, estos últimos, con predominio del largo sobre el ancho (2). El isquion y el pubis parten de un mismo punto (3). Las escotaduras ciáticas no deben estar cerradas (4). Las metáfisis proximales de fémur del mismo ancho (5) y pudiendo visualizar los trocánteres menores (6).

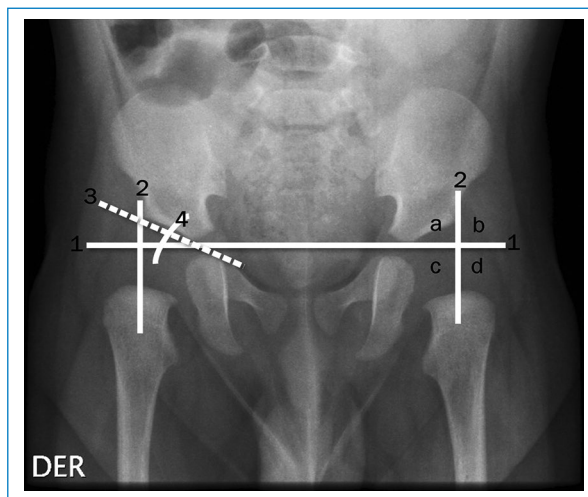


Figura 2. Análisis de la Radiografía de Pelvis AP. 1: línea de Hilgenreiner. 2: línea de Perkins. 3: línea del techo acetabular. 4: ángulo o Índice acetabular. A, B, C y D: cuadrantes de Ombredanne.

acetábulo, que une el borde más bajo del hueso ilíaco con el borde superoexterno del acetábulo. Definir y reconocer dónde marcar «el borde superoexterno del acetábulo» es difícil y menos preciso, ya que puede tener diferentes morfologías en la radiografía, como angular, redondo, aplanado y con forma de muesca.

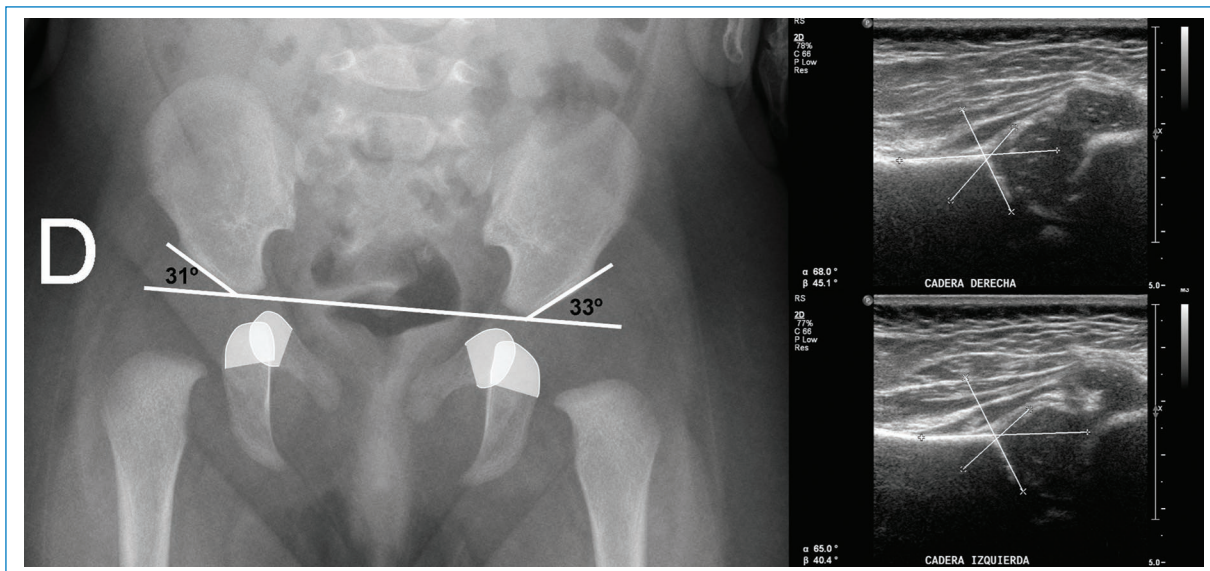


Figura 3. Radiografía de pelvis AP de niña de tres meses de edad, sin factor de riesgo, con la que se diagnosticó DDC bilateral por tener ángulos acetabulares de más de 30°. Técnicamente la radiografía no es óptima para el diagnóstico porque el borde superior del pubis se proyecta por sobre el borde superior del isquion, es decir la radiografía está enderezada o retrovertida, lo que provoca aumento de la oblicuidad del techo acetabular. La ecografía contemporánea de la misma niña muestra caderas morfológicamente normales, con ángulos de Graf conservados.

Esta variabilidad morfológica del borde aumenta el error de esta medición¹⁹.

Una técnica incorrecta en la toma de la radiografía puede ser fuente de error de esta medición, las radiografías enderezadas o retrovertidas pueden aumentar falsamente el ángulo acetabular (Fig. 3).

Los valores normales de este ángulo varían con la edad y a medida que el acetábulo se osifica. En promedio, al nacer, el ángulo mide 30°. En la literatura, existen varios referentes de valores normales según la edad. En nuestras guías GES (Garantías Explícitas en Salud) se sugiere considerar anormal un ángulo mayor de 36° al nacer y mayor de 30° a los tres meses de edad¹⁰.

– Foseta acetabular: Se define como la concavidad o banda esclerótica formada por la presión de la cabeza femoral en el techo acetabular (Fig. 4).

Este parámetro se refiere a la posición de la foseta acetabular, que corresponde a la impronta de la cabeza femoral en el techo acetabular. Por tanto, indica la posición de la cabeza femoral dentro de la cavidad acetabular y, de manera indirecta, su estabilidad. Aunque no es muy frecuentemente mencionado en la literatura radiológica y ortopédica en inglés, es ampliamente utilizado por los radiólogos generales y radiólogos pediatras en Chile. En la literatura ortopédica y traumatológica,

puede ser referido como un signo positivo, es decir, si la foseta se ubica lateralmente, es un indicativo de desplazamiento de la cabeza femoral.

Este signo fue descrito por un radiólogo chileno, el Dr. Armando Doberti, en el año 1968, quien lo identificó como un signo precoz en el diagnóstico de la DDC. Él demostró que la cabeza femoral es responsable de la formación y ubicación de la foseta acetabular, y que el techo acetabular presenta mayor densidad sobre la foseta, independientemente del tamaño, profundidad o localización de esta última²⁰.

Además, hay estudios anatómicos que demuestran que el desarrollo de la cavidad acetabular depende de la presión ejercida por la cabeza femoral sobre el cartílago hialino²¹.

La interpretación de este parámetro se encuentra detallada en la figura 4.

– Osificación de la ceja cotiloidea o promontorio del acetábulo: Se refiere a la osificación y, por tanto, la morfología del borde superoexterno del acetábulo. Aunque este signo no se menciona en las guías chilenas, es ampliamente utilizado por los radiólogos chilenos para interpretar una radiografía de pelvis. La morfología angular de la ceja indica una osificación normal del componente iliaco del acetábulo^{15,19,21}. Por otro lado, si una ceja presenta una morfología

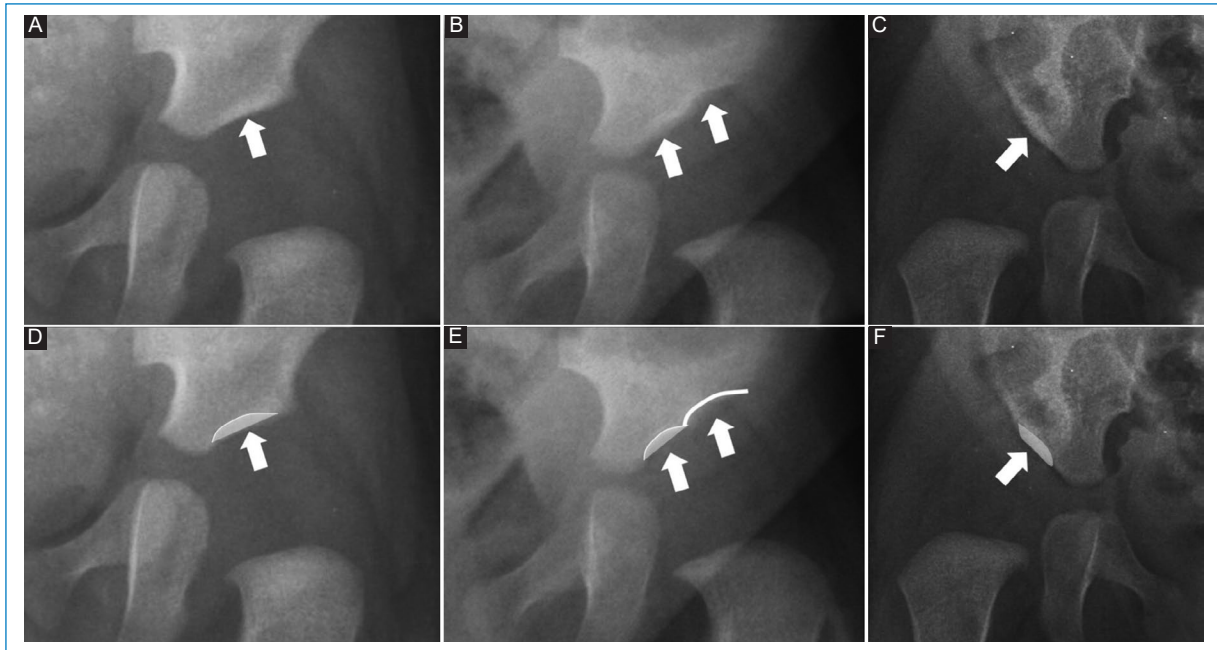


Figura 4. Posición de la foseta en el techo acetabular (Flechas). **A:** foseta central, cabeza femoral está estable, apoyando en el centro del techo acetabular: banda de esclerosis y concavidad en el centro del techo acetabular. **B:** doble foseta, indica que la cabeza femoral es inestable: banda de esclerosis y concavidad central más una concavidad por fuera del techo acetabular. **C:** foseta excéntrica, indica que la cabeza está apoyando en el borde superoexterno del acetábulo: banda de esclerosis excéntrica, en el borde superoexterno del acetábulo, sin concavidad.

tipo muesca, redonda o aplanada, puede sugerir una osificación incompleta o un desarrollo displásico del acetábulo, aunque no se puede definir completamente esta condición mediante radiografías (Fig. 5). En este punto, el ultrasonido tiene ventaja, ya que además de evaluar la morfología del techo acetabular óseo y la osificación de la ceja, permite examinar el rodete cartilaginoso que aún no está osificado¹⁰.

- Núcleo de osificación de la epífisis proximal del fémur: El núcleo de la cabeza femoral presenta una aparición muy variable: puede estar presente en el 20% de los niños a los tres meses, en el 80% a los seis meses, en el 96% a los nueve meses y en el 100% a los 24 meses¹⁵. Su aparición normal varía según el lado y también el sexo. Se considera un retraso en su aparición cuando no es visible a los 10 meses de vida.
- Alineamiento del fémur: Existen diversas formas de corroborar el alineamiento, y en conjunto con el ángulo acetabular, son los parámetros más usados y estudiados.

Si el núcleo de osificación de la cabeza femoral está presente, se evaluará la posición que éste ocupa en los cuadrantes formados por el cruce de la línea de

Perkins y la línea de Hilgenreiner (cuadrantes de Ombredanne). La línea de Perkins es la línea vertical que pasa por la parte más lateral del techo acetabular y es perpendicular a la línea de Hilgenreiner (Fig. 2). La forma de analizar el alineamiento de acuerdo a la posición del núcleo o la metáfisis se ilustra y explica en la figura 6¹⁰.

Otro método es el arco de Shenton o arco cérvico-obturatriz, que se forma al prolongar la línea curva que sigue el borde inferior del cuello femoral, y debe seguir en forma armónica con el borde superior del agujero obturador. Si este arco está quebrado, es un signo de ascenso de la cabeza femoral y, por tanto, de luxación (Fig. 6). Sin embargo, para efectos del diagnóstico precoz, este signo se considera propio de etapas tardías en la historia natural de esta enfermedad¹⁰.

Existen clasificaciones de la DDC que tienen en cuenta el alineamiento femoral, pero son poco usadas en nuestro medio. Por ejemplo, la Clasificación de Tónnis depende de la presencia del núcleo de osificación de la epífisis proximal del fémur²². Más recientemente, la Clasificación Radiológica del Instituto Internacional de la Displasia de Caderas no depende de la presencia del núcleo de osificación de la epífisis

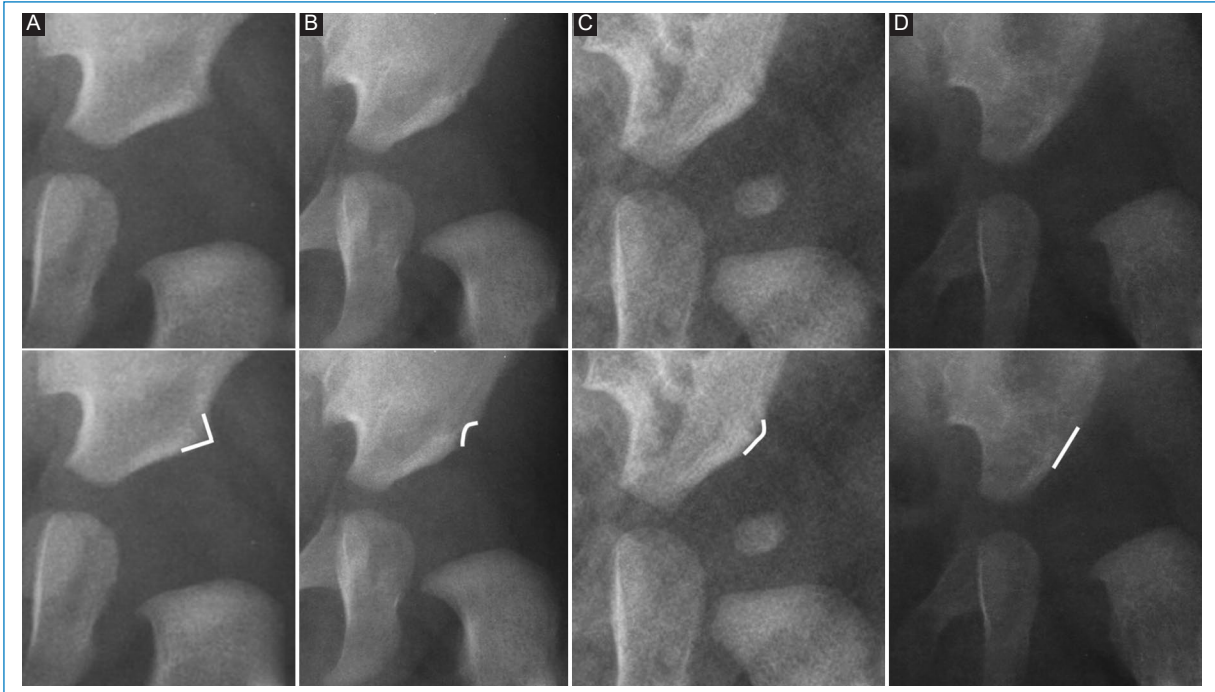


Figura 5. Tipos morfológicos de cejas óseas del acetábulo. **A:** angular. **B:** muesca. **C:** redonda o redondeada. **D:** plana o aplanada.

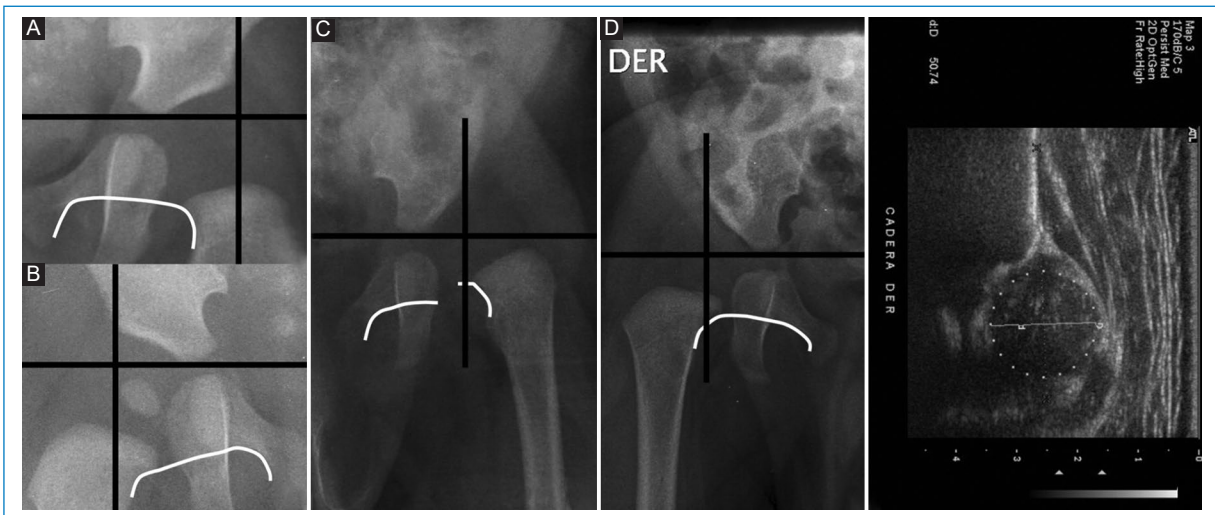


Figura 6. **A:** alineamiento normal si no está presente el núcleo de osificación de la cabeza femoral, (como en la mayoría de nuestros niños a los tres meses), se evaluará la relación de la metáfisis femoral con la línea de Perkins. El borde superior osificado de la metáfisis se divide en tercios (interno, medio y externo). Es normal cuando la línea de Perkins cruza el tercio medio o externo del borde superior osificado de la metáfisis, como en este ejemplo, el cual tiene además arco de Shenton continuo. **B:** alineamiento normal con núcleo presente, como en este ejemplo, el núcleo se ubica en el cuadrante interno, observe que hay continuidad del arco de Shenton. Si el núcleo se ubica en los cuadrantes externos entonces estaríamos en presencia de una subluxación. Si se ubica por fuera de los cuadrantes, luxación del fémur. **C:** es una cadera izquierda de una niña de tres meses con DDC con luxación, en estos casos la metáfisis queda completamente por fuera de la línea de Perkins y el arco de Shenton está quebrado. **D:** es una cadera de un niño de tres meses con DDC con subluxación del fémur, en estos casos la línea de Perkins cruza el tercio interno del borde superior osificado de la metáfisis y el arco de Shenton aún es continuo. **E:** lo que se corrobora al evaluar la cobertura ósea de la cabeza femoral en forma dinámica en ecografía contemporánea.

proximal del fémur, pero requiere, además de las líneas de Hilgenreiner y Perkins, otra línea (línea D) que divide el cuadrante infero-externo en dos ángulos de 45°²³. Ambas clasificaciones no son muy utilizadas en nuestro medio, ya que al basarnos únicamente en el alineamiento para clasificar las DDC, podríamos dejar de diagnosticar estadios tempranos de la enfermedad.

Diagnóstico radiológico de DDC

Las Guías GES proponen usar la Tríada de Putti¹⁰:

- Retardo de la aparición del núcleo o núcleo hipoplásico
- Desplazamiento externo del extremo femoral superior.
- Mayor oblicuidad del techo acetabular (aumento del ángulo o índice acetabular).

Esta clásica triada utilizada para el diagnóstico de DDC tiene el mérito de incluir la morfología de ambos componentes, tanto del acetabular como del femoral, además del alineamiento femoral. Sin embargo, el primer punto de la tríada, el núcleo de osificación, puede variar en su aparición normal, por lo que su ausencia no necesariamente indica anormalidad, especialmente si se trata de los primeros seis meses de edad. Es importante recalcar que no debemos esperar un desplazamiento anormal de la cabeza femoral para hacer el diagnóstico, ya que podríamos pasar por alto estadios iniciales de la enfermedad en los que aún se conserva el alineamiento.

Informe estandarizado de la Rx de Pelvis AP en el screening de DDC en Chile²⁴

Por tratarse de un método de tamizaje universal que se realiza sobre población sana, es de suma importancia que el análisis de la Rx de pelvis sea objetivo y que la interpretación de sus hallazgos presente baja variabilidad interobservador, permitiendo excluir a los niños sanos del diagnóstico y, a su vez, diagnosticar a todos los enfermos, incluyendo las fases tempranas de la enfermedad, pero sin hacer sobrediagnóstico. El objetivo es que todos los niños con esta condición tengan una derivación oportuna y precoz al especialista y, de esta forma, accedan a tratamientos menos agresivos. Es por ello que los autores de este artículo hemos estado trabajando en los últimos años para crear un análisis sistemático de la Rx de pelvis AP, en un informe estandarizado y en un algoritmo de manejo para la derivación oportuna al especialista.

Basados en la estandarización del informe en otras modalidades de imagen utilizadas en el tamizaje poblacional, como la mamografía y la ecotomografía mamaria en la detección precoz del cáncer de mama con el sistema BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) y la caracterización de los nódulos tiroideos mediante ecotomografía de tiroides, a través del sistema TI-RADS (Thyroid Imaging Reporting and Data System), hemos propuesto los HI-RADS (Hip Imaging Reporting and Data System), que incluyen cinco tipos morfológicos de pelvis (Fig. 7) teniendo en cuenta la mayoría de los parámetros mencionados anteriormente. Sin embargo, el núcleo de la cabeza femoral no se tuvo en cuenta, ya que solo es visible en alrededor del 20% de las radiografías a los tres meses¹⁵. Según el tipo morfológico de pelvis, hemos propuesto un algoritmo para derivar o no al especialista, denominado HI-RADS (Fig. 8). Los detalles y la validez de este método los hemos presentado como trabajo oral en el Congreso Nacional de Traumatología y Ortopedia 2019 y como póster en la SPR (The Society for Pediatric Radiology) 2020²⁴.

Ecografía de Caderas

La naturaleza no osificada de los componentes de la cadera en los primeros meses de vida hace que la ecografía sea el método más usado y recomendado para su diagnóstico, permitiendo establecer la morfología acetabular, posición de la cabeza femoral y estabilidad de la articulación coxofemoral²⁵.

Según las guías clínicas del GES, se recomienda como primera opción realizar ecografía de caderas a recién nacidos o lactantes con factores de riesgo o examen clínico sospechoso, a partir de la tercera semana de edad¹⁰.

Es un método que tiene muchas ventajas, pero aún no es ampliamente disponible en nuestro país debido a que depende del operador y del equipo. A pesar de lo anterior, es el método de elección para el tamizaje de la DDC en todos los países que tienen programas de detección precoz, e incluso en nuestro país algunos especialistas lo prefieren como método de screening reemplazando la radiografía a los tres meses de edad.

Técnica ecográfica

Si bien existen varias técnicas de evaluación ecográfica de las caderas en el diagnóstico de la DDC^{25,26}

Tipo de pelvis	Ángulo acetabular	Ubicación de la foseta acetabular	Morfología de la ceja cotiloidea	Alineamiento femoral
1	Menor o igual a 30°	Central	Bien osificado	Bien alineado
2	Menor o igual a 30°	Central	Falta de osificación	Bien alineado
3	Mayor a 30°	Central	Puede tener falta de osificación	Bien alineado
4	Mayor a 30°	Excéntrica o doble foseta	Puede tener falta de osificación	Bien alineado
5	Mayor a 30°	Excéntrica o doble foseta	Puede tener falta de osificación	Subluxado o luxado

Figura 7. En consenso Radiólogos y Traumatólogos infantiles involucrados en el trabajo definimos 5 tipos de pelvis morfológicas: La tipo 1 es normal, la tipo 2 la llamamos inmadura, la tipo 3 displasia acetabular, la tipo 4 displasia de caderas con alineamiento conservado y la tipo 5 displasia de caderas con sub/luxación.

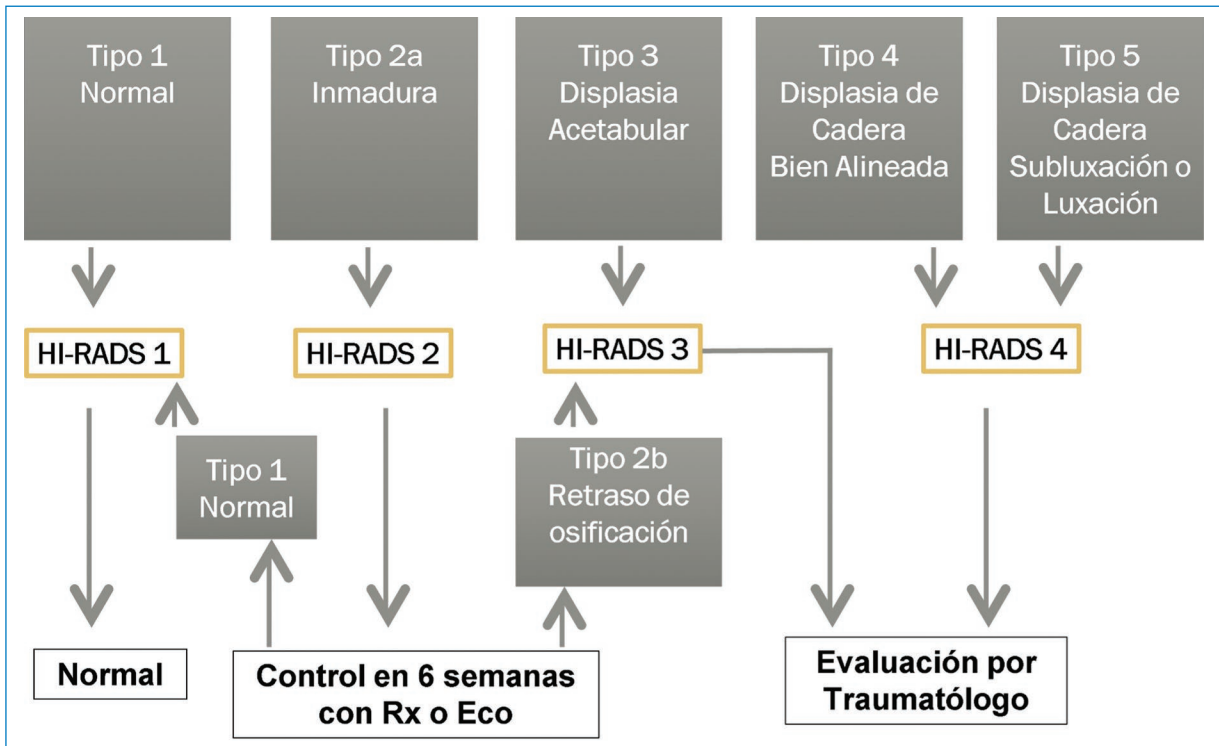


Figura 8. De acuerdo a los tipos de pelvis se definieron 4 categorías de conductas que llamamos HI-RADS (Hip Imaging Reporting and Data System), HI-RADS 1 continúa en control sano, el 2 control con imágenes en 6 semanas, 3 y 4 se derivan al Traumatólogo, en el caso de HI-RADS 3 se deriva porque por sólo con la radiografía no es posible definir si se trata de un retraso de la osificación del componente acetabular o si estamos frente a un estadio inicial de la DDC, y por nuestros resultados creemos que es necesario que estos pacientes tengan seguimiento por especialistas.

(véase material suplementario), la técnica desarrollada por el Dr. Graf, Traumatólogo, a principios de los años 80 en Austria, es una de las más conocidas y usadas a nivel mundial. Las imágenes se obtienen con el paciente en decúbito lateral en un cojín especial que limita los movimientos de la cadera. También es válido reemplazar el cojín por un ayudante o por el cuidador que ayuda a inmovilizar al niño²⁷.

Con esta técnica se evalúan los componentes de la articulación coxofemoral en un plano coronal único y estandarizado que permite una adecuada caracterización de la anatomía de la articulación coxofemoral. Graf clasificó las caderas en cuatro tipos morfológicos considerando la edad, el valor de los ángulos alfa y beta, y la morfología del techo acetabular¹⁰ (Fig. 9). La mayor ventaja de esta técnica estandarizada es que no depende de la destreza y experiencia del operador, lo cual la convierte en un buen método de pesquisa. Sin embargo, una desventaja es que no permite detectar las caderas inestables con anatomía normal¹⁶.

Posterior a Graf, otros autores publicaron técnicas alternativas, entre ellos destaca el Dr. T. Harcke, quien introdujo la exploración dinámica de la cadera, obteniendo dos planos de evaluación: uno coronal y otro transversal con la cadera en flexión, con y sin maniobras de estrés que simulan la técnica dinámica del examen físico (maniobra de Barlow). El foco es la posición de la cabeza femoral en reposo y en estrés^{25,26} (Fig. 10).

Recomendaciones sobre la técnica e informe de la ecografía de caderas

El Colegio Americano de Radiología recomienda combinar estudio estático y dinámico²⁸, con lo cual estamos de acuerdo y en nuestra práctica diaria realizamos técnica estática de Graf y técnica dinámica de Harcke (Fig. 10).

Sugerimos que en los informes de las ecografías realizadas en el contexto de la pesquisa precoz de la DDC en nuestro país explicitemos la técnica que ocupamos e informemos el tipo de cadera si usamos técnica de Graf.

Rol de otras modalidades de imágenes en el diagnóstico

La tomografía computarizada y la resonancia magnética son modalidades que apoyan en casos de complicaciones y en la planificación y seguimiento del tratamiento quirúrgico²⁹.

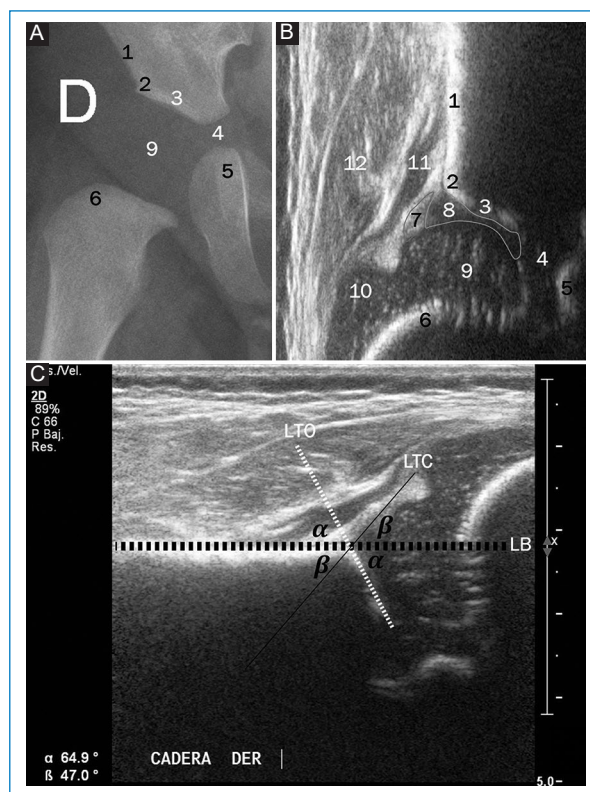


Figura 9. A y B: anatomía comparada de la Radiografía de pelvis AP (A) a los tres meses y la ecografía (B) tomada al mismo paciente contemporáneamente. Es notorio la mayor cantidad de estructuras anatómicas que es posible identificar en la ecografía. 1: borde lateral del hueso ilíaco (en ecografía siempre debe quedar representado estrictamente horizontal al suelo). 2: ceja ósea. 3: techo óseo. 4: cartílago trirrariado. 5: pubis. 6: metáfisis osificada del fémur. 7: labrum fibrocartilaginoso. 8: rodete o techo cartilagosos del acetábulo. 9: cabeza femoral como semicírculo. 10: trocánter mayor. 11: músculo glúteo menor. 12: músculo glúteo medio. **C:** la técnica de Graf consiste en un corte coronal tomado en decúbito lateral con la cadera en semiflexión de 30°, obteniendo una imagen donde quede representada la anatomía antes detallada (B). Considera tres líneas y dos ángulos. Línea de base (LB): es una línea horizontal al suelo que es tangencial al borde lateral del hueso ilíaco. Línea del techo óseo (LTO): tangencial al techo óseo, une el borde inferior e interno del techo óseo con el punto más inferior del borde superoexterno (ceja) del acetábulo. Línea del techo cartilaginoso (LTC): también conocida como línea de inclinación, une el extremo medio e inferior del labrum con el punto de la ceja donde el techo cartilaginoso cambia a techo óseo. Ángulo alfa (α): lo forman la intersección de la LB y la LTO, desde la edad de 12 semanas su valor normal es de 60° o más. Ángulo beta (β): formado por la intersección de la LB y la LTC, es normal menores 55° siempre, mide en forma indirecta la cobertura de la cabeza femoral.

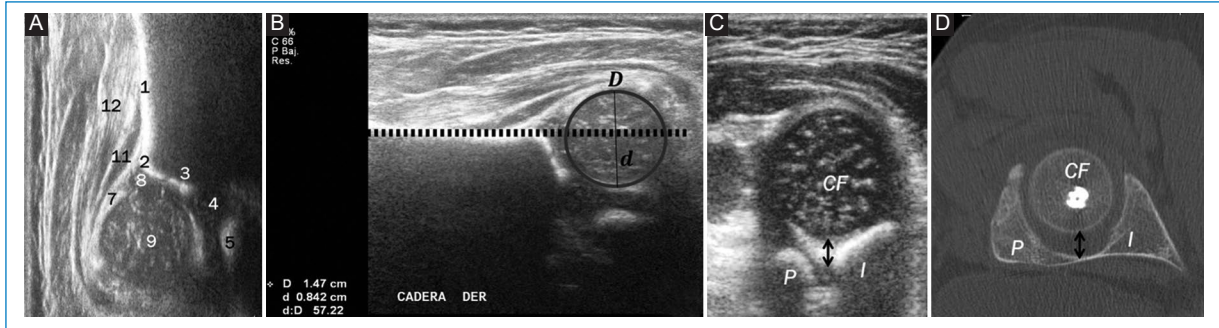


Figura 10. **A:** anatomía ecográfica normal de un corte coronal de la cadera de la figura 9, pero esta vez en el estudio dinámico con stress, las estructuras que se pueden visualizar son casi las mismas que las señaladas en la Figura 9b, sólo que en al realizar la maniobra de Barlow salen del plano coronal ecográfico la metáfisis del fémur y el trocánter mayor, y la cabeza femoral se ve redonda (9). **B:** las medidas que ocupamos en la técnica dinámica para evaluar la cobertura de la cabeza femoral por el techo óseo requiere que tracemos un círculo por los bordes de la cabeza femoral, y luego trazamos la LB ya descrita. Evaluamos que porcentaje del diámetro total de la cabeza (D) queda bajo el techo óseo (d). Lo normal varía en la literatura, algunos aceptan más del 50%, otros 55% y los más estrictos un 60%. **C:** corte ecográfico en el eje transversal de la cabeza femoral, usado en la técnica dinámica para evaluar la relación de la cabeza femoral (CF) con el fondo del acetábulo, compuesto por el pubis (P) por delante y el isquion (I) por detrás, entre medio el cartílago trirradiado hipoeocógeno. En este corte podemos medir el espesor del pulvinar (flecha) que es el tejido ecogénico que se localiza en el fondo del acetábulo. Si la cabeza femoral se encuentra parcial o completamente fuera del acetábulo el espesor del pulvinar será mayor y la morfología redondeada de la CF no va a ser posible de obtener en este corte. **D:** para una mejor comprensión lo acompañamos de un corte axial de caderas de TC.

Rol de las imágenes en la pesquisa precoz

*Each country faces this question independently because the variables involved differ widely throughout the world*³⁰.

El diagnóstico temprano es crucial para el éxito del tratamiento conservador y para prevenir las secuelas de esta enfermedad. Lo ideal es realizar el diagnóstico en el primer mes de vida cuando existen factores de riesgo⁴.

Aún existe controversia en diferentes países sobre si realizar y cómo realizar la detección de esta enfermedad. La mayoría de los países no cuentan con un programa de detección universal como Chile. Austria es uno de los países que lo tiene, pero lo hace mediante ecografía². En Estados Unidos, la Academia Americana de Pediatría recomienda la detección clínica universal y el uso de imágenes solo en aquellos casos con factores de riesgo³⁰.

Chile es el único país del mundo que utiliza la radiografía de pelvis para esta detección. El Ministerio de Salud en Chile ha establecido la radiografía de pelvis como el método de estudio inicial. Actualmente, la DDC está incluida en el plan GES, garantizando su acceso mediante la realización de este examen durante el tercer mes de vida para todos los beneficiarios¹⁰.

Conclusiones

Desde 1945, cuando los Dres. Díaz y Neira escribieron el artículo que inspiró esta revisión¹, se ha avanzado en la detección, diagnóstico temprano y tratamiento de la DDC. Afortunadamente, en nuestros días, gracias al exitoso programa de detección precoz universal de Chile¹², se observan menos casos en fases avanzadas de la enfermedad.

No obstante, aún existen puntos de controversia en el manejo de esta enfermedad, como el método y algoritmo de detección. Otro aspecto es la interpretación e informe de la Radiografía de pelvis AP, tema que hemos abordado con especial énfasis en esta revisión. Es posible que en futuras revisiones se incluya el análisis de la Radiografía de pelvis mediante inteligencia artificial, ya que existen publicaciones al respecto³¹. Mientras redactábamos esta revisión, nos enteramos por medios de comunicación de un trabajo chileno sobre este tema³², aunque no encontramos referencias en la literatura médica.

Finalmente, siguiendo el ejemplo de la colaboración entre los Dres. Díaz y Neira, Traumatólogo y Radiólogo, extendemos la invitación a trabajar en equipo con Traumatólogos, Pediatras y Médicos de la atención primaria de salud, para que Chile continúe siendo un ejemplo de diagnóstico precoz y tratamiento oportuno de la DDC.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido ninguna fuente de financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en DOI: 10.24875/RCHRAD.23000050. Este material es provisto por el autor de correspondencia y publicado online para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

Referencias

- Díaz E, Neira M. Comentarios clínico-radiológicos sobre la displasia congénita de la cadera. *Rev Chil Radiol.* 1945;3:4:39-54.
- O'Beirne JG, Chlapoutakis K, Alshryda S, Aydingoz U, Baumann T, Casini C, et al. International interdisciplinary consensus meeting on the evaluation of developmental dysplasia of the hip. *Ultraschall Med.* 2019 Aug;40(4):454-64. English. doi: 10.1055/a-0924-5491. Epub 2019 Jun 13. PMID: 31195424.
- Cooperman D. What is the evidence to support acetabular dysplasia as a cause of osteoarthritis? *J Pediatr Orthop.* 2013 Jul-Aug;33 Suppl 1:S2-7. doi: 10.1097/BPO.0b013e3182770a8d. PMID: 23764788.
- Raimann R, Aguirre D. Displasia del desarrollo de la cadera: tamizaje y manejo en el lactante. *Revista Médica Clínica Las Condes.* 2021 May 1;32(3):263-70. doi: 10.1016/j.rmcl.2021.04.003
- Barlow TG. Early diagnosis and treatment of congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1962 May 1;44-B(2):292-301. doi: 10.1302/0301-620X.44B2.292
- Keller MS, Nijs ELF, Applegate KE. Developmental dysplasia of the hip. En: *Evidence-Based Imaging in Pediatrics.* Santiago ML, Applegate KE, Blackmore CC, editores. New York, NY: Springer New York; 2010. p. 295-309. doi: 10.1007/978-1-4419-0922-0_20
- Clarke NM, Reading IC, Corbin C, Taylor CC, Bochmann T. Twenty years experience of selective secondary ultrasound screening for congenital dislocation of the hip. *Arch Dis Child.* 2012 May;97(5):423-9. doi: 10.1136/archdischild-2011-301085. Epub 2012 Mar 12. PMID: 22412044.
- Grob R. Ultrasonografía: un método de pesquisa de la displasia y luxación congénita de la cadera. *Rev chil ortop traumatol.* 2000;41(1):7-16.
- Nazer J, Hübner M, Cifuentes L, Mardones C, Pinochet C, Sandoval ML. Luxación congénita de cadera. Displasia evolutiva de la cadera (DEC). *Rev Hosp Clín Univ Chile.* 2009;20(2):112-8.
- Ministerio de Salud del Gobierno de Chile. Guía de Práctica Clínica Displasia Luxante de Caderas [Internet]. Santiago: Minsal; 2010-2017. Disponible en: <https://diprece.minsal.cl/le-informamos/auge/acceso-guias-clinicas/guias-clinicas-desarrolladas-utilizando-manual-metodologico/displasia-luxante-de-caderas/documentos-relacionados>. Consultado: 8 Jul 2023.
- Vaquero-Picado A, González-Morán G, Garay EG, Moraleda L. Developmental dysplasia of the hip: update of management. *EFORT Open Rev.* 2019 Sep 17;4(9):548-56. doi: 10.1302/2058-5241.4.180019. PMID: 31598333; PMCID: PMC6771078.
- Sepúlveda MF, Pérez JA, Saban EA, Castañeda LE, Sepúlveda DF, Birrer EAM. Developmental dysplasia of the hip screening programme in Chile. *J Child Orthop.* 2021 Feb 1;15(1):35-41. doi: 10.1302/1863-2548.15.200240. PMID: 33643456; PMCID: PMC7907761.
- Ortiz-Neira CL, Paolucci EO, Donnon T. A meta-analysis of common risk factors associated with the diagnosis of developmental dysplasia of the hip in newborns. *Eur J Radiol.* 2012 Mar;81(3):e344-51. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.11.003. Epub 2011 Nov 26. PMID: 22119556.
- Lankinen V, Helminen M, Bakti K, Välipekka J, Laivuori H, Hyvärinen A. Known risk factors of the developmental dysplasia of the hip predicting more severe clinical presentation and failure of Pavlik harness treatment. *BMC Pediatr.* 2023 Mar 31;23(1):148. doi: 10.1186/s12887-023-03935-0. PMID: 37004001; PMCID: PMC10064754.
- Shapiro F. Developmental dysplasia of the hip. En: Shapiro F. *Pediatric Orthopedic Deformities, Volume 2.* Switzerland: Springer; 2019. p. 1-182
- Arce JD, García C. Displasia del desarrollo de caderas: ¿Radiografía o ultrasonografía? ¿A quiénes y cuándo? *Rev Chil Pediatr.* 2000;71(4):354-6. doi: 10.4067/S0370-4106200000400013
- Keller MS, Nijs EL. The role of radiographs and US in developmental dysplasia of the hip: how good are they? *Pediatr Radiol.* 2009 Apr;39 Suppl 2:S211-5. doi: 10.1007/s00247-008-1107-3. PMID: 19308388.
- Than P, Sillinger T, Kránicz J, Bellyei A. Radiographic parameters of the hip joint from birth to adolescence. *Pediatr Radiol.* 2004 Mar;34(3):237-44. doi: 10.1007/s00247-003-1119-y. Epub 2003 Dec 9. PMID: 14663632.
- Boniforti FG, Fujii G, Angliss RD, Benson MK. The reliability of measurements of pelvic radiographs in infants. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Jul;79(4):570-5. doi: 10.1302/0301-620x.79b4.7238. PMID: 9250741.
- Ortega X. Displasia del desarrollo de la cadera. *Rev Med Clin Condes.* 2013;24(1) 37-43. doi: 10.1016/S0716-8640(13)70127-5
- Avisse C, Gomes H, Delvinquiere V, Quedraogo T, Lallemand A, Delattre JF, et al. Anatomic study of the pre- and neonatal hip. Physiopathologic considerations on dysplasia and congenital dislocation of the hip. *Surg Radiol Anat.* 1997;19(3):155-9. doi: 10.1007/BF01627966. PMID: 9381316.
- Tönnis, D. General Radiography of the Hip Joint. En: Tönnis, D. *Congenital Dysplasia and Dislocation of the Hip in Children and Adults.* Berlin: Springer; 2012. p. 100-42 doi: 10.1007/978-3-642-71038-4
- Narayanan U, Mulpuri K, Sankar WN, Clarke NM, Hosalkar H, Price CT, et al. Reliability of a New Radiographic Classification for Developmental Dysplasia of the Hip. *J Pediatr Orthop.* 2015 Jul-Aug;35(5):478-84. doi: 10.1097/BPO.0000000000000318. PMID: 25264556; PMCID: PMC4484663.
- Pérez-Marrero L, Monardez P, Besomi J, Switt M, Avilés C, Herrera C, et al. Implementación de un Modelo de Informe Estandarizado de la Radiografía de Pelvis AP Usada en el Tamizaje de la Displasia de Caderas: HIRADS. Presentado en SPR 2020. Disponible en: SPR 2020. *Pediatr Radiol* 50 (Suppl 1), 1-181 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04679-0>. Consultado 8 Jul 2023.
- Bracken J, Ditchfield M. Ultrasonography in developmental dysplasia of the hip: what have we learned? *Pediatr Radiol.* 2012;42(12):1418-31. doi:10.1007/s00247-012-2429-8.
- Horvath L. Ecotomografía de Caderas. *Rev Chil Radiol.* 1997;3(4).
- Voitl P, Sebelesky C, Hosner S, Woditschka A, Diesner S, Böck A. Ultrasound of the infant hip: manual fixation is equivalent to Graf's technique regarding image quality-a randomized trial. *BMC Pediatr.* 2019 Jan 10;19(1):14. doi: 10.1186/s12887-019-1392-z. PMID: 30630451; PMCID: PMC6327546.
- Nguyen JC, Dorfman SR, Rigby CK, Iyer RS, Alazraki AL, Anupindi SA, et al. ACR Appropriateness Criteria Developmental Dysplasia of the Hip-Child. *J Am Coll Radiol.* 2019;16(5S):S94-S103 May 2019.
- Starr V, Ha BY. Imaging update on developmental dysplasia of the hip with the role of MRI. *AJR Am J Roentgenol.* 2014 Dec;203(6):1324-35. doi: 10.2214/AJR.13.12449. PMID: 25415712.
- Harcke HT. Developmental dysplasia of the hip: A spectrum of abnormality. *Pediatrics.* January 1999;103(1): 152-3. doi: 10.1542/peds.103.1.152
- Offiah AC. Current and emerging artificial intelligence applications for pediatric musculoskeletal radiology. *Pediatr Radiol.* 2022 Oct;52(11):2149-58. doi: 10.1007/s00247-021-05130-8. Epub 2021 Jul 16. PMID: 34272573; PMCID: PMC9537230.
- Olmos R. Pharu Analytics crea algoritmo con inteligencia artificial que detecta displasia de caderas en infantes de tres meses. *Diario Financiero* [Internet]. 2023 Jun 16; Innovación y startups: [aproximadamente 3 pantallas]. Disponible en: <https://www.df.cl/df-lab/innovacion-y-startups/pharu-analytics-crea-algoritmo-con-inteligencia-artificial-que-detecta>

Estudio radiológico no invasivo del sistema urinario en el siglo XXI

Non-invasive radiological study of the urinary system in the 21st Century

Cristián Varela^{1,2,3,4}

¹Departamento de Radiología de Cuerpo, Clínica Alemana; ²Departamento de Radiología de Cuerpo, Clínica Dávila; ³Departamento de Radiología, Universidad de los Andes; ⁴Departamento de Radiología, Universidad Mayor. Santiago, Chile

Resumen

En este artículo se revisará brevemente el desarrollo y el estado actual de la radiología del sistema genitourinario, examinando individualmente los métodos de imagen disponibles para tal fin.

Palabras clave: Radiología genitourinaria. Pielografía de eliminación. PieloTAC. UroTAC. PET/CT. Ultrasonido.

Abstract

In this paper, we provide a summarised review of genitourinary imaging, tracing its evolution from its inception to the current state-of-the-art techniques.

Keywords: Genitourinary radiology. Elimination pyelography. PyeloTAC. UroTAC. PET/CT. Ultrasound.

Pielografía de eliminación, el primer estudio no invasivo del sistema urinario

El número de la Revista Chilena de Radiología correspondiente al cuatrimestre de septiembre-diciembre de 1945, incluye un excelente artículo titulado *El árbol urinario y sus anomalías*, escrito por el Dr. Enrique Zúñiga Morales, en ese entonces radiólogo del Hospital del Salvador (ver material suplementario)¹. Este trabajo parece ser la referencia más antigua a nivel nacional del estudio radiológico del sistema urinario (SU) dentro de nuestra especialidad. La técnica fue inicialmente desarrollada por urólogos, quienes necesitaban pruebas diagnósticas complementarias al examen clínico para guiar sus tratamientos. La primera serie de casos de pielografía de eliminación (PE) utilizando medio de contraste yodado endovenoso (uroselectan) fue

presentada por el urólogo estadounidense Moses Swick en el octavo Congreso de la Sociedad de Urología Alemana en septiembre de 1929². En Chile, la situación no fue distinta. El Dr. Carlos Lobo Onell, uno de los pioneros de la urología chilena y formado en Francia, es a quien se atribuye la realización de las primeras PE utilizando medio de contraste yodado en 1933³. Así, el artículo del Dr. Zúñiga representa el estado del arte de la técnica ya en manos de los radiólogos a mediados de la década de 1940 del siglo pasado. En las siguientes cinco décadas, la PE se convirtió en el pilar fundamental del estudio no invasivo del SU y entre las décadas de 1950 y 1970, fue uno de los principales procedimientos diagnósticos que realizaban los Servicios o Departamentos de Radiología. Junto con la radiografía de esófago-estómago-duodeno, el enema baritado y la colecistografía

Correspondencia:

Cristián Varela
E-mail: cvarelaubilla@gmail.com

Fecha de recepción: 02-06-2023

Fecha de aceptación: 16-07-2023

DOI: 10.24875/RCHRAD.23000036

Disponible en internet: 20-09-2023

Rev Chil Radiol. 2023;29(3):148-153

www.resochradi.com

0717-9308 / © 2023 Sociedad Chilena de Radiología. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

oral, eran conocidos como los *big four of work-up*. En algunas instituciones norteamericanas, se realizaban entre 15 y 30 PE diarias, contando con salas y equipos exclusivamente dedicados a este propósito⁴. Durante su desarrollo, se probaron diversas dosis y formas de administración del contraste, con o sin diuréticos; se utilizaron compresores abdominales; y se implementaron técnicas tomográficas para mejorar la visualización de los contornos renales. Su limitación más notable fue la escasa demostración del parénquima renal, además de requerir preparación con dieta baja en fibras dos a tres días antes del estudio, y uso de laxantes o lavado intestinal, tal como recomendaba el Dr. Zúñiga en su artículo. A partir de la década de 1970 con la incorporación del Ultrasonido (US) y la Tomografía Computarizada (TC) al conjunto de herramientas radiológicas, la PE comenzó un lento declive hasta finales del siglo pasado.

En diciembre de 1999, en la revista *Radiology*, el Dr. Stephen Amis publicó un breve artículo titulado *Epitafio para la pielografía de eliminación*, donde proponía abandonar esta técnica en favor de otros métodos de imagen con mayor rendimiento diagnóstico⁵. Aunque no fue el primero en anunciar el fin de la PE, su artículo coincide en tiempo con su reemplazo definitivo por la TC en sus formatos Pielotac (TC de vía urinaria sin contraste endovenoso) y Urotac (TC multifásico de vía urinaria con contraste), que se convirtieron en los tests diagnósticos de primera elección en nefro-urología a comienzos del nuevo milenio.

Medios de contraste yodados

Los medios de contraste (MC) yodados de uso endovenoso fueron la pieza clave para lograr el anhelado estudio no invasivo del SU. Se atribuye su descubrimiento al Dr. Moses Swick durante sus estudios de postgrado en Berlín, Alemania, bajo la tutela del profesor Leopold von Lichtenberg. Evaluando químicos sintéticos para uso antibiótico, derivados del famoso salvarsán de Paul Erlich, observó que uno de ellos (selectan) se acumulaba en la orina y, al contener un átomo de yodo, podría ser radioopaco. Esta sencilla pero aguda observación marcó el inicio de una auténtica revolución diagnóstica².

No fue sino hasta 1968 cuando un radiólogo clínico aportó significativamente al desarrollo de los MC. El radiólogo sueco Torsten Almén, alarmado por el dolor que sus pacientes experimentaban durante la inyección de MC en estudios angiográficos, intuyó que la alta osmolalidad de estos fármacos podría ser el factor

determinante. Realizando su propia investigación, el Dr. Almén propuso una molécula de MC que no se disociaba en dilución, logrando una notable reducción de la osmolalidad^{6,7}. De esta manera, dio origen a la familia de MC no iónicos, que a principios de la década de 1990, gracias al trabajo del radiólogo japonés Hitoshi Katayama, demostraron ser significativamente más seguros que los MC iónicos, especialmente en términos de reacciones adversas tipo alérgicas⁸. Una década después ya se sugería el uso universal de los MC no iónicos, siendo su mayor costo el principal obstáculo.

A finales de la década de 1990, se desató una intensa competencia en el mercado de proveedores de MC a nivel nacional, resultando en una sustancial reducción de precios. Así, Chile se convirtió en pionero en el uso universal de MC no iónicos, tanto en el sector de la salud pública como en el privado. Tras más de 30 años y cientos de millones de dosis inyectadas en todo el mundo, podemos afirmar, sin lugar a dudas, que los MC no iónicos son de los fármacos más seguros en la medicina actual.

Ultrasonido

Aunque sus inicios se remontan a la década de 1950, fue durante la década de 1970 que el US médico se estableció con la incorporación de la escala de grises y las imágenes en tiempo real. A finales de la década de 1970 llegó a Chile con la adquisición de los primeros equipos y la capacitación de radiólogos. El Dr. Patricio Barriga del Hospital Clínico de la Universidad Católica (UC), el Dr. Nicolás Zderich del Hospital Paula Jaraquemada y la Dra. Adriana Chamorro del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCh) son los pioneros nacionales de esta técnica. En la década de 1980, el US floreció en Chile con la incorporación de códigos de prestaciones específicos por parte del Fondo Nacional de Salud, la adquisición de equipos por parte del Ministerio de Salud para sus hospitales y el inicio de la enseñanza en estos temas por parte de los principales programas de formación de radiólogos de la época⁹.

Una de las primeras aplicaciones del US fue la diferenciación entre quistes y masas renales sólidas, lo que resultó rápidamente en el abandono de las punciones o de la angiografía renal para confirmar la naturaleza de las lesiones^{10,11}. La incorporación de la técnica Doppler al US en la década de 1980 permitió incrementar la caracterización de masas renales, agregar la evaluación de las estructuras vasculares y el uso

de datos funcionales como la medición del índice de resistencia.

La valoración no invasiva de la vejiga con US representó un avance importante ya que permitía visualizar su contenido y sus paredes. Adicionalmente, utilizando la vejiga distendida como ventana, se podían explorar el segmento distal de los uréteres, el útero, los ovarios o la próstata. Los transductores endocavitarios proporcionaron una visualización directa y de alta resolución del útero y los ovarios, con alta reproducibilidad. Aunque el estudio transrectal de la próstata se inició con entusiasmo, no logró los resultados esperados y hoy en día su uso se limita a la guía para la biopsia prostática.

El US permitió por primera vez el estudio por imagen de los testículos y sus estructuras anexas, convirtiéndose rápidamente en el método de primera elección, especialmente complementado con técnicas Doppler¹².

El US es la herramienta predilecta de los radiólogos intervencionistas, con la cual pueden monitorear en tiempo real una amplia variedad de procedimientos diagnósticos y terapéuticos sobre el SU. Es el estándar de referencia para el estudio del riñón trasplantado. Para los radiólogos pediátricos, constituye el método de elección para evaluar de manera segura y con gran rendimiento diagnóstico a sus pacientes, desde recién nacidos hasta adolescentes.

Hace aproximadamente 25 años aparecieron los medios de contraste para US basados en microburbujas que incrementan notablemente la caracterización de lesiones renales, con rendimientos muy similares a la TC y la Resonancia Magnética (RM). Tienen la ventaja, sobre estos métodos, de poder ser usados con seguridad en pacientes con enfermedad renal crónica. Son ampliamente utilizados en Europa y Asia, mientras que en Estados Unidos, las autoridades pertinentes (Food and Drug Administration) solo han autorizado su uso en patología hepática¹³. En nuestro país, esta modalidad no ha tenido la acogida esperada, probablemente debido al mayor costo en tiempo y dinero que involucra.

Tomografía computarizada

La primera máquina de TC, diseñada exclusivamente para exploraciones cerebrales, fue instalada en el Hospital Atkinson Morley de Londres en octubre de 1971, dando inicio a las pruebas clínicas bajo la supervisión de su inventor, el ingeniero de EMI Godfrey Hounsfield, y del neuroradiólogo James Ambrose. Gracias a los resultados excepcionales obtenidos, se

fabricaron equipos para estudiar otras partes del cuerpo. En 1974, se instalaron tomógrafos de este tipo en la Universidad de Georgetown de la empresa DISCO y en la Cleveland Clinic de Ohio Nuclear, ambas en los Estados Unidos. En diciembre del mismo año, el modelo de cuerpo completo EMI CT-5000 comenzó sus operaciones en el Hospital Northwick Park, Middlesex, Inglaterra¹⁴.

Las aplicaciones de la TC en el estudio de lesiones renales fueron rápidamente identificadas y comunicadas tan temprano como en noviembre de 1976, durante la 62ª reunión anual de la Sociedad Norteamericana de Radiología (RSNA). Esta información fue publicada en agosto de 1977 en la revista *Radiology* y representaba la experiencia acumulada durante los primeros 15 meses de uso del equipo EMI CT-5000 en el Instituto Mallinckrodt de la Universidad de Washington en Saint Louis, Estados Unidos¹⁵. Entre los autores de este artículo pionero se encontraba el radiólogo chileno Guillermo Geisse, formado en la UC, quien realizó la mayor parte de su carrera profesional en Saint Louis y en sus últimos años fue docente en el Departamento de Radiología de la UC. Entre los precursores nacionales de la TC de abdomen se encuentran el Dr. Virgilio Schiappacasse del Hospital San Juan de Dios, el Dr. Francisco Cruz de la UC, el Dr. Manuel Fernández del HCUCh y el Dr. Marco Verdugo del Hospital Militar.

A finales de la década de 1980, con el rápido crecimiento de la RM, había dudas sobre el futuro del TC. En la versión 75 de la RSNA en 1989, Willi Kalender, físico médico alemán, presentó una nueva tecnología: la TC helicoidal o espiral¹⁶. Fue con esta técnica y el uso de inyectores mecánicos, durante la década de 1990, que se describen con precisión las distintas fases del realce parenquimatoso renal (vascular, corticomédular, nefrográfico), mejorando sustancialmente la detección y caracterización de las lesiones focales, así como también de los vasos renales¹⁷. En 1995, el Dr. Robert Smith de la Universidad de Yale publicó el artículo canónico donde demostró las ventajas del TC sin contraste endovenoso (Pielotac) versus la PE para el estudio del cólico renal¹⁸. En 1996, el Dr. Guillermo Ríos, de vuelta en Chile después de una estadía formativa en radiología torácica en la Universidad de California, San Diego, Estados Unidos, implementó la técnica del Pielotac en el Departamento de Radiología UC y en el Departamento de Imágenes de la Clínica Alemana de Santiago (CAS), donde existían equipos helicoidales, Picker PQ 2000 y GE High Speed Advantage, respectivamente¹⁹. A finales de ese mismo año, el Dr. Hugo Figueroa de la Clínica Santa María

(CSM) presentó en el Congreso Chileno de Urología las primeras experiencias con esta técnica utilizando el TC helicoidal Somatom Plus de Siemens.

A mediados de 1996, el Dr. E. Perlman de la Universidad de Yale describió el concepto de urografía por TC²⁰. Inicialmente, la técnica incluía radiografías complementarias, ya sea usando el mismo TC o bien trasladando al paciente a una sala de rayos, las que se abandonaron cuando los TC multicanales demostraron una resolución superior y una dosis de radiación razonable. Hoy en día, las dos técnicas dominantes del Urotac son la multifásica y la bifásica o de bolo dividido y su principal indicación es el estudio de la hematuria²¹.

En 1998, el Servicio de Radiología de la Clínica Dávila adquirió un equipo con dos filas de detectores de la empresa israelí Elscint (CT Twin), inaugurando la era de los multidetectores. Le siguieron la Mutual de Seguridad, la CSM y el HSJD, quienes al cambiar de milenio recibieron los primeros TC de cuatro canales. El número de filas de detectores aumentó rápidamente, con 16 filas en 2002, 64 en 2004 y 320 en 2010²². Con una mayor cobertura y resolución, y rotaciones de tubo en fracciones de segundo, el TC se consolidó como el estándar de oro para el manejo del trauma y de otras condiciones agudas, inflamatorias o vasculares, que afectan al SU.

La siguiente evolución fue el desarrollo de los tomógrafos de doble energía en 2006, que a través de la descomposición de materiales de acuerdo a su atenuación en diferentes energías permiten: la obtención de una fase sin contraste virtual o sintética, añadiendo información sin exponer al paciente a una mayor dosis de radiación; cuantificar el contenido de yodo en las lesiones renales, diferenciando objetivamente las que se realzan de las que no; y demostrar la composición química de los distintos tipos de litiasis urinaria, especialmente detectar los cristales de ácido úrico, facilitando su manejo^{23,24}.

La emergente tecnología de cuantificación de fotones en TC, caracterizada por una nueva generación de detectores capaces de convertir directamente los fotones de rayos X en señales eléctricas, promete una resolución inigualable, un mayor contraste de las imágenes con bajas dosis de radiación, menor volumen de contraste endovenoso e información multi-energética²⁵.

Resonancia magnética

El uso de la RM en el abdomen y la pelvis estuvo limitado inicialmente debido a los prolongados tiempos de adquisición de las imágenes, los cuales las hacían

susceptibles a la degradación por fenómenos fisiológicos como la respiración o la peristalsis²⁶. Los avances técnicos en las secuencias (gradientes más potentes, secuencias de pulso rápidas) y en las antenas (disposición en fase, multicanales), han transformado a la RM en una herramienta fundamental en radiología abdominal y genitourinaria. Si bien es indiscutible que la RM tiene un rol importante en el estudio de lesiones renales, adrenales, retroperitoneales, etc., es en la región pélvica, tanto femenina como masculina, donde ejerce mayor impacto. En 1999, los Dres. Evan Siegelman y Eric Outwater, destacados radiólogos de Filadelfia, publicaron un artículo de revisión demostrando las enormes ventajas de la RM en la caracterización tisular de las masas de la pelvis femenina y cómo esta propiedad podría cambiar el manejo de las pacientes, evitando una laparotomía/laparoscopia diagnóstica. También describieron la positiva relación costo-efectividad de la RM en la estadificación de neoplasias ginecológicas, que en el caso de la neoplasia del cérvix conllevaba múltiples estudios que podrían ser economizados²⁷. En la pelvis masculina, su florecimiento fue algo más tardío y se vio ralentizado por el uso de engorrosas antenas endorrectales. Sin embargo, en la última década se ha convertido en un pilar fundamental para el manejo del cáncer de próstata. La RM multiparamétrica, que aporta datos anatómicos y funcionales, permite la detección tumoral, estadificación regional, planificación de biopsia, guía de tratamientos locales, seguimiento activo y valoración de respuesta a tratamiento²⁸.

La RM también posibilita el estudio de la hematospermia o la infertilidad masculina en el contexto de sospecha de fenómenos obstructivos o de patología del pene y los testículos cuando la ecografía no provee resultados definitivos.

El primer equipo de RM a nivel nacional se instaló en la CAS en 1989. Se trataba de un equipo 0,5 T, Gyroscan S5 de Phillips. En 1995, este equipo fue donado al Hospital del Salvador y fue reemplazado por un equipo de 1,5 T Signa RP Advantage de GE, inaugurando la era del alto campo en Chile. El primer resonador de alto campo en el sistema público se instaló en el Instituto de Neurocirugía (Phillips Achieva 1,5T). En la actualidad, solo en Santiago hay al menos 12 equipos 3T en funcionamiento.

Tomografía de emisión de fotones con tomografía computarizada

El primer equipo de Tomografía por Emisión de Positrones (PET por sus siglas en inglés) a nivel global

data de 1975, un aparato dedicado exclusivamente al estudio del cerebro, inventado por Michael Phelps y Eduard Hoffman en el laboratorio de Michael Ter-Pogossian de la Universidad de Washington, Estados Unidos. En 1977 se introduce el PET de cuerpo completo²⁹. En 2003 se instala el primer PET en Chile, específicamente en el Hospital Militar de Santiago (Siemens, ECAT EXACT HR).

El primer equipo PET/TC disponible comercialmente aparece en 2001, demostrando las virtudes del uso conjunto de estas tecnologías, multiplicando y complementando las ventajas individuales: «forma y función». De tal manera que, para 2006, la mayoría de los fabricantes ofrecen únicamente equipos híbridos, deteniendo la producción de PET^{30,31}. En 2005 llega a nuestro país el primer PET/TC a la Fundación Oncológica Arturo López Pérez (Biograph 6, Siemens).

El PET/TC con fluorodesoxiglucosa F18 (FDG) plantea desafíos en el estudio del sistema genitourinario, dada la captación fisiológica del endometrio y los ovarios en mujeres premenopáusicas, la eliminación del fármaco vía uréteres y vejiga, y la captación de lesiones benignas como leiomiomas o procesos inflamatorio-infecciosos. También se debe considerar que algunas neoplasias poseen baja actividad metabólica debido a su baja agresividad o a componentes quísticos, mucinosos o necróticos³². A pesar de estos problemas, tiene un rol bien establecido en las neoplasias de endometrio, cérvix, vulva, testículo y vejiga. También puede utilizarse en carcinoma de células renales o carcinoma urotelial alto cuando se sospecha recurrencia o cuando otros métodos no son concluyentes³³.

Dado que el 95% de los adenocarcinomas de próstata expresan el antígeno de membrana específico (PSMA por sus siglas en inglés), incluso aquellos agresivos o metastásicos, el uso de un ligando combinado con galio o flúor ha mostrado grandes ventajas en la detección de enfermedad metastásica, valoración de linfáticos regionales y estudio de recurrencia bioquímica^{28,33}. En las últimas décadas, el uso combinado de PET/TC FDG más RM ginecológica y de PET/TC PSMA más RM prostática, han impactado profundamente el diagnóstico y seguimiento de los cánceres más prevalentes, asumiendo el radiólogo de cuerpo un rol crucial en este proceso.

El PET/RM fue aprobado para su uso clínico en 2011 en Estados Unidos, acumulando más de una década de uso e investigación. A diferencia del PET/TC, la adquisición de ambas técnicas es simultánea y posee una superior corrección de artefactos de movimiento respiratorio. La superior resolución de contraste tisular

de la RM combinada con el PET la hace ideal para los tumores prostáticos, ginecológicos y neuroendocrinos del sistema urinario. La desventaja respecto del PET/TC es el menor rendimiento en lesiones pulmonares y su costo prohibitivo³⁴.

El siglo XXI y más allá

Me ha tocado vivir el extraordinario progreso de las imágenes de los últimos 30 años y el rol cada vez más relevante y valorado de nuestra especialidad, por lo que soy optimista respecto del futuro de la radiología. No me parece ingenuo creer que los avances de la informática, incluida la inteligencia artificial, traerán beneficios para nuestros pacientes y para la práctica médica. Las imágenes funcionales, moleculares y cuantitativas serán herramientas indispensables para la medicina de precisión venidera, de manera que nuestra especialidad seguirá expandiendo su horizonte. Nuestro principal desafío será entonces no perder y en lo posible incrementar la atención de calidad para nuestros pacientes y la comunicación fluida con los equipos de trabajo sanitarios.

Financiamiento

El autor declara no haber recibido ninguna fuente de financiamiento.

Conflicto de intereses

El autor declara no presentar ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en DOI: 10.24875/RCHRAD.23000036. Este material es provisto por el autor de correspondencia y publicado online para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

Bibliografía

- Zúñiga E. El árbol urinario y sus anomalías. *Rev Chil Radiol* 1945;3(4):32-8.
- Swick M. The Discovery of intravenous urography: Historical and developmental aspects of the urographic media and their role in other diagnostic and therapeutic areas. *Bull N Y Acad Med*. 1966 Feb;42(2):128-51. PMID: 5321904; PMCID: PMC1806437.
- Onell CL. Maestros de la Medicina Chilena. *Anales*. año 8, vol 1:183-98. Disponible en: http://www.bibliotecaminal.cl/wp/wp-content/uploads/2013/05/anales_ano8_vol1_p183.pdf
- Goldman SM, Sandler CM. Genitourinary Imaging: The Past 40 Years. *Radiology* 2000 May;215(2):313-24. doi: 10.1148/radiology.215.2.r00ma29313. PMID: 10796901.
- Amis ES Jr. Epitaph for the Urogram. *Radiology* 1999 Dec; 213(3):639-40. doi: 10.1148/radiology.213.3.r99dc47639. PMID: 10580933.
- Nyman U, Ekberg O, Aspelin P. Torsten Almén (1931-2016): the father of non-ionic iodine contrast media. *Acta Radiol*. 2016 Sep;57(9):1072-8. doi: 10.1177/0284185116648504. Epub 2016 May 25. PMID: 27225455.
- Almén T. Contrast agent design: Some aspects on the synthesis of water soluble contrast agents of low osmolality. *J Theor Biol* 1969 Aug;24(2):216-26. doi: 10.1016/s0022-5193(69)80047-0. PMID: 5822653.
- Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, Takashima T, Seez P, Matsuura K. Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media. A report from Japanese Committee on the Safety of Contrast Media. *Radiology* 1990 Jun;175(3):621-8. doi: 10.1148/radiology.175.3.2343107. PMID: 2343107.
- Ortega TD, Seguel BS. Historia del ultrasonido: El caso chileno. *Rev Chil Radiol*. 2004;10(2):89-92. doi: 10.4067/S0717-93082004000200008.
- King DL. Renal ultrasonography: an aid in the clinical evaluation of renal masses. *Radiology* 1972 Dec;105(3):633-40. doi: 10.1148/105.3.633. PMID: 4344051.
- Birnholz JC. Sonic differentiation of cysts and homogeneous solid masses. *Radiology* 1973 Sep;108(3):699-702. doi: 10.1148/108.3.699. PMID: 4723671.
- Miskin M, Baim J. B-mode ultrasound examination of the testes. *J Clin Ultrasound*. 1974 Dec;2(4):307-11. doi: 10.1002/jcu.1870020412.
- Atri M, Jang HJ, Kim TK, Khalili K. Contrast-enhanced US of the liver and kidney: a problem-solving modality. *Radiology* 2022 Apr;303(1):11-25. doi: 10.1148/radiol.211347. Epub 2022 Feb 22. PMID: 35191740.
- Schulz RA, Stein JA, Pelc NJ. How CT happened: the early development of medical computed tomography. *J Med Imaging*. 2021 Sep;8(5):052110. doi: 10.1117/1.JMI.8.5.052110. Epub 2021 Oct 29. PMID: 34729383; PMCID: PMC8555965.
- Sagel SS, Stanley RJ, Levitt RG, Geisse G. Computed tomography of the kidney. *Radiology*. 1977 Aug;124(2):359-70. doi: 10.1148/124.2.359. PMID: 327511.
- Kalender WA, Seissler W, Klotz E, Vock P. Spiral volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation. *Radiology*. 1990 Jul;176(1):181-3. doi: 10.1148/radiology.176.1.2353088. PMID: 2353088.
- Cohan RH, Sherman LS, Korobkin M, Bass JC, Francis IR. Renal masses: assessment of corticomedullary-phase and nephrographic-phase CT scans. *Radiology*. 1995 Aug;196(2):445-51. doi: 10.1148/radiology.196.2.7617859. PMID: 7617859.
- Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, Essenmacher KR, Verga M, Glickman MG, et al. Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology*. 1995 Mar;194(3):789-94. doi: 10.1148/radiology.194.3.7862980. PMID: 7862980.
- Ríos Olsen G, Soffia SP, Bosch OE. Cólico renal: tiempo para una nueva aproximación diagnóstica. *Rev Chil Radiol*. 1998;4:52-4.
- Perlman ES, Rosenfield AT, Wexler JS, Glickman MG. CT urography in the evaluation of urinary tract disease. *J Comput Assist Tomogr*. 1996 Jul-Aug;20(4):620-6. doi: 10.1097/00004728-199607000-00023. PMID: 8708068.
- Royal SA, Slovis TL, Kushner DC, Babcock DS, Cohen HL, Gelfand MJ, et al. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria. *Radiology*. 2000 (Revised 2019);215 Suppl:841-6. PMID: 11037508.
- Rubin GD. Computed tomography: revolutionizing the practice of medicine for 40 years. *Radiology*. 2014 Nov;273(2 Suppl):S45-74. doi: 10.1148/radiol.14141356. PMID: 25340438.
- Fletcher JG, Takahashi N, Hartman R, Guimaraes L, Huprich JE, Hough DM, et al. Dual-energy and dual-source CT: is there a role in the abdomen and pelvis? *Radiol Clin North Am*. 2009 Jan;47(1):41-57. doi: 10.1016/j.rcl.2008.10.003. PMID: 19195533.
- Kaza RK, Platt JF, Cohan RH, Caoili EM, Al-Hawary MM, Wasnik A. Dual-energy CT with single- and dual-source scanners: current applications in evaluating the genitourinary tract. *Radiographics*. 2012 Mar-Apr;32(2):353-69. doi: 10.1148/rg.322115065. PMID: 22411937.
- Nehra AK, Rajendran K, Baffour FI, Mileto A, Rajiah PS, Horst KK, et al. Seeing More with Less: Clinical Benefits of Photon-counting Detector CT. *Radiographics*. 2023 May;43(5):e220158. doi: 10.1148/rg.220158. PMID: 37022956.
- Ferrucci JT. Advances in abdominal MR imaging. *Radiographics*. 1998 Nov-Dec;18(6):1569-86. doi: 10.1148/radiographics.18.6.9821200. PMID: 9821200.
- Siegelman ES, Outwater EK. Tissue characterization in the female pelvis by means of MR imaging. *Radiology*. 1999 Jul;212(1):5-18. doi: 10.1148/radiology.212.1.r99jl455. PMID: 10405714.
- Dos Santos DN, Horvat N, Dias AB, Mota M, Veloso Filho G, Schoen K, et al. Prostate Cancer Imaging: What We Already Know and What Is on the Horizon. *Radiographics*. 2022 Jul-Aug;42(4):E123-E124. doi: 10.1148/rg.210134. Epub 2022 May 27. PMID: 35622492.
- Portnow LH, Vaillancourt DE, Okun MS. The history of cerebral PET scanning: from physiology to cutting-edge technology. *Neurology*. 2013 Mar 5;80(10):952-6. doi: 10.1212/WNL.0b013e318285c135. Erratum in: *Neurology*. 2013 Oct 1;81(14):1275. PMID: 23460618; PMCID: PMC3653214.
- Mawlawi O, Townsend DW. Multimodality imaging: an update on PET/CT technology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2009 Mar;36 Suppl 1:S15-29. doi: 10.1007/s00259-008-1016-6. PMID: 19104808.
- Blodgett TM, Meltzer CC, Townsend DW. PET/CT: form and function. *Radiology*. 2007 Feb;242(2):360-85. doi: 10.1148/radiol.2422051113. PMID: 17255408.
- Lakhani A, Khan SR, Bharwani N, Stewart V, Rockall AG, Khan S, et al. FDG PET/CT Pitfalls in Gynecologic and Genitourinary Oncologic Imaging. *Radiographics*. 2017 Mar-Apr;37(2):577-594. doi: 10.1148/rg.2017160059. PMID: 28287942.
- Savir-Baruch B, Werner RA, Rowe SP, Schuster DM. PET Imaging for Prostate Cancer. *Radiol Clin North Am*. 2021 Sep;59(5):801-811. doi: 10.1016/j.rcl.2021.05.008. PMID: 34392920.
- Galgano SJ, Calderone CE, Xie C, Smith EN, Porter KK, McConathy JE. Applications of PET/MRI in Abdominopelvic Oncology. *Radiographics*. 2021 Oct;41(6):1750-1765. doi: 10.1148/rg.2021210035. PMID: 34597228.