

# COMUNICANDO LOS RIESGOS DE LA RADIACIÓN EN RADIODIAGNÓSTICO PEDIÁTRICO

Información para facilitar la comunicación sobre los beneficios y los riesgos en la atención sanitaria



Traducción al español de la publicación  
*Communicating radiations risks in  
paediatric imaging* de la Organización  
Mundial de la Salud realizada por:





# Comunicando los riesgos de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico

Información para facilitar la comunicación sobre los beneficios y los riesgos en la atención sanitaria

Traducción al español de la publicación *Communicating radiations risks in paediatric imaging* de la Organización Mundial de la Salud realizada por:



Publicado por la Organización Mundial de la Salud en 2016

Bajo el título “Communicating radiation risks in paediatric imaging: information to support health care discussions about benefit and risk”

**© Organización Mundial de la Salud 2016**

La Organización Mundial de la Salud ha cedido los derechos de traducción y publicación de una edición en español al Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España, responsable único de la calidad y fidelidad de dicha versión en español. En caso de discrepancia entre la versión en inglés y la versión en español, el texto original en inglés será la versión vinculante y auténtica

Comunicando los riesgos de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico - Información para facilitar la comunicación sobre los beneficios y riesgos en la atención sanitaria

**© Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España, 2018**

Fotografía de portada: Garrett Allison y su madre Gemini Janas hablan con el Dr. Rajan Gupta en el Duke University Hospital (Durham, Estados Unidos) sobre el riesgo de radiación durante pruebas de diagnóstico, tales como una prueba de tomografía computarizada. © Shawn Rocco/Duke Medicine (con autorización)

Fotografía de la página 2: Billington Jesse Semwogerere y su madre Victoria Nandagire mantienen una conversación con la Dra. Deborah Barbiye en el Ecurei-Mengo Hospital (Kampala, Uganda) sobre el riesgo de radiación durante pruebas de diagnóstico, tales como una prueba de tomografía computarizada. Fuente: Sra. Elizabeth Nabunya Kawooya (con autorización).

# Índice

<b>PRÓLOGO</b> .....	3
<b>PREFACIO</b> .....	4
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	6
<b>COLABORADORES</b> .....	7
<b>SINOPSIS</b> .....	9

<b>CAPÍTULO 1: BASES CIENTÍFICAS</b> .....	11
1.1 Introducción a la radiación y visión global de las tendencias en imagen médica .....	12
1.1.1 Tipos de radiación y unidades de dosis de radiación ionizante .....	12
1.1.2 Fuentes de exposición a la radiación .....	14
1.1.3 La exposición a la radiación derivada del radiodiagnóstico médico en la actualidad .....	16
1.2 Dosis de radiación y riesgos en pruebas pediátricas .....	20
1.2.1 Dosis de radiación para pruebas pediátricas .....	20
1.2.2 Riesgos radiológicos derivados del radiodiagnóstico: problemas de salud derivados de la exposición a radiaciones .....	22
1.2.3 Susceptibilidad a las radiaciones ionizantes en niños: Única consideración .....	26

<b>CAPÍTULO 2: CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</b> .....	29
2.1 El uso adecuado de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico .....	30
2.1.1 Fundamentos de la protección radiológica en el entorno sanitario .....	30
2.1.2 Justificación e idoneidad de los procedimientos .....	33
2.1.3 Optimización: pruebas adaptadas al tamaño y al cuadro clínico del niño .....	37
2.2 Fomentar una cultura de seguridad radiológica para mejorar la práctica .....	44
2.2.1 ¿Qué es la cultura de seguridad radiológica en los entornos sanitarios? .....	44
2.2.2 Seguridad radiológica y gestión clínica .....	46
2.2.3 Establecer una cultura de seguridad radiológica .....	47

<b>CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE BENEFICIOS Y RIESGOS</b> .....	49
3.1 Consejos prácticos para el análisis de beneficios y riesgos .....	50
3.1.1 Objetivos y retos de comunicación .....	50
3.1.2 La comunicación de los beneficios y los riesgos de la radiación .....	52
3.1.3 La comunicación con el paciente pediátrico .....	53
3.1.4 Cómo establecer un diálogo en un entorno clínico .....	54
3.1.5 Ejemplos prácticos de comunicación con pacientes pediátricos .....	56
3.1.6 Preguntas y respuestas para la comunicación centrada en el paciente .....	58
3.1.7 Ejemplos de mensajes clave .....	65
3.2 Consideraciones éticas .....	66
3.3 Creación de un diálogo en la comunidad médica .....	67
3.3.1 Participantes .....	67
3.3.2 Diálogo entre los médicos prescriptores y los médicos realizadores de procedimientos radiológicos .....	68
3.3.3 Diálogo entre el personal de diagnóstico por imagen y los gestores de la instalación médica .....	69
3.3.4 Diálogo entre otros profesionales sanitarios involucrados en el cuidado sanitario pediátrico .....	70
3.3.5 El papel de la sanidad pública en el análisis de beneficios y riesgos .....	71

<b>REFERENCIAS</b> .....	72
--------------------------	----

<b>ANEXO</b> .....	79
Anexo A. Siglas .....	80
Anexo B. Glosario .....	81
Anexo C. Recursos adicionales .....	86



# Prólogo

Los avances en la tecnología de la imagen han abierto nuevos horizontes en el ámbito del diagnóstico clínico y han mejorado enormemente el cuidado del paciente. Como consecuencia, el uso de la imagen médica se ha visto rápidamente incrementado en todo el mundo durante las últimas décadas y el abanico de sus aplicaciones en el cuidado del paciente pediátrico se ha ampliado. La tomografía computarizada (TC) puede proporcionar información precisa de manera rápida para facilitar el diagnóstico. Por ello, puede salvar vidas y, en muchos casos, puede evitar que se lleven a cabo técnicas más invasivas. Sin embargo, su uso inapropiado puede generar riesgos radiológicos innecesarios que podrían evitarse, especialmente en los niños. Es necesario un enfoque equilibrado que reconozca los múltiples beneficios sanitarios que se obtienen mediante su uso al tiempo que se garantiza que los riesgos se vean reducidos al máximo.

Los pacientes y sus familiares deben formar parte del debate acerca del riesgo – beneficio, proporcionándoles información sencilla y veraz acerca de los beneficios y los riesgos asociados a la imagen pediátrica. De esta manera, podrán emplear dicha información para tomar decisiones con conocimiento de causa. Si no se encuentran adecuadamente informados sobre los riesgos y los beneficios de los procedimientos de imagen, es posible que tomen decisiones que no resulten beneficiosas y que puedan ser incluso dañinas (por ejemplo, al negarse a realizar un TC que es necesario o al solicitar un TC para la que no existe justificación). La comunicación sobre los riesgos de la radiación y el diálogo sobre los beneficios y los riesgos también son necesarios entre los profesionales sanitarios que solicitan o realizan procedimientos médicos radiológicos en niños. La comunicación efectiva entre los médicos que prescriben las pruebas y los miembros del equipo de imagen puede evitar una prescripción inadecuada. Al permitir que se lleve a cabo una toma de decisión informada, la comunicación efectiva sobre los riesgos de radiación ayuda a garantizar el mayor beneficio

posible de las técnicas de imagen pediátrica con el mínimo riesgo posible.

Para responder a esta necesidad, la Organización Mundial de la Salud (OMS) solicitó colaboración a nivel mundial para implantar un proyecto sobre la comunicación de los riesgos de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico. Este documento lo ha desarrollado un grupo de expertos reconocidos a través de consultas exhaustivas a las partes implicadas en el proceso, entre las que se incluyen profesionales sanitarios, defensores de los pacientes, autoridades sanitarias, organismos reguladores en materia de protección frente a la radiación, investigadores y expertos en comunicación. Las revisiones posteriores del documento se llevaron a cabo en base a las críticas y los comentarios recopilados en numerosos talleres celebrados en diferentes regiones del mundo.

El objetivo de este documento es servir como herramienta de comunicación de los riesgos de radiación conocidos o potenciales asociados a las pruebas de imagen pediátrica, con el fin de respaldar el diálogo sobre los beneficios y los riesgos durante el proceso de asistencia sanitaria pediátrica. Dicho documento proporciona información y recursos para apoyar las estrategias de comunicación e incluye ejemplos de mensajes clave que pueden emplearse en diferentes situaciones. Esta herramienta se encuentra principalmente destinada a los profesionales sanitarios que prescriben el uso de pruebas de imagen en pediatría que conllevan exposición a radiación ionizante. Además de estar dirigido a este público, este documento también puede resultar útil a otras partes implicadas en el proceso.

LA OMS espera ampliar y continuar con su colaboración con las partes implicadas a nivel regional, nacional y mundial con el objetivo de mejorar la calidad y la seguridad de la radiación en la asistencia sanitaria pediátrica.

**Dra. Maria Neira**

Directora  
Departamento de Salud Pública,  
Medio Ambiente y Determinantes  
Sociales de la Salud

**Dr Edward Kelley**

Director  
Departamento de Prestación  
de Servicios y Seguridad

# Prefacio

La comunicación de los riesgos es un factor clave de un programa de protección radiológica en un servicio de diagnóstico por la imagen o de radiodiagnóstico. El nivel de concienciación de los profesionales sanitarios con respecto a las dosís de radiación y los riesgos asociados al diagnóstico médico puede ser bajo. Es necesario que los médicos prescriptores posean la experiencia, el conocimiento y los recursos suficientes para informar de manera clara y efectiva sobre los beneficios y los riesgos de las pruebas de imagen pediátrica. Como respuesta a esta necesidad, la Organización Mundial de la Salud (OMS) creó un proyecto sobre la comunicación de los riesgos de la radiación en imagen pediátrica.

La OMS convocó un Taller Internacional sobre la Comunicación de los riesgos de la radiación en imagen pediátrica en septiembre de 2010. Esta reunión tuvo lugar en la sede de la OMS en Ginebra, (Suiza) y consiguió reunir a 35 participantes de 23 asociaciones profesionales, organizaciones regionales e internacionales y Organismos de las Naciones Unidas<sup>1</sup>. También acudieron representantes de las partes implicadas claves en el ámbito de la imagen médica pediátrica, tales como radiólogos, técnicos /auxiliares en radiología, especialistas en física médica, médicos prescriptores, personal de enfermería, pacientes/padres, organismos reguladores, investigadores y expertos en comunicación. El grupo delimitó las directrices y herramientas existentes para comunicar los riesgos de la radiación en el diagnóstico por imagen, identificó las posibles lagunas y se puso de acuerdo con respecto a la necesidad de respaldar el diálogo sobre los beneficios y los riesgos en imagen pediátrica. Como resultado, se propuso desarrollar una herramienta educativa para los profesionales sanitarios con directrices sobre cómo comunicar de forma efectiva los riesgos de la radiación de las pruebas médicas radiológicas en niños<sup>2</sup> a las diferentes audiencias destinatarias. Asimismo, se propuso poner información más concisa a disposición de los pacientes y sus familiares.

Para ello, se estableció un grupo de expertos y se redactó un primer borrador del documento. Dicho borrador se presentó en el taller sobre la Comunicación de los riesgos de la radiación en diagnóstico por imagen pediátrica que organizó la OMS y la Organización Mundial de Colegios Nacionales, Academias y Asociaciones Académicas de Médicos de Cabecera /Médicos de Familia (WONCA, por sus siglas en inglés) durante la 17ª Conferencia de Medicina de Familia de WONCA celebrada en Varsovia (Polonia) en septiembre de 2011. La OMS convocó un 2º Taller Internacional sobre la Comunicación de los riesgos de la radiación en diagnóstico por imagen pediátrica en diciembre de 2012 en Bonn (Alemania). En este encuentro se reunieron 56 participantes, entre los que se incluyeron expertos individuales de

---

<sup>1</sup>. En este taller estuvieron representadas las siguientes organizaciones: Sociedad Africana de Radiología (ASR, por sus siglas en inglés), Alianza para la Seguridad Radiológica en Imagenología Pediátrica /Campaña de Image Gently, EE.UU., Asociación Canadiense de Radiología (CAR, por sus siglas en inglés), Comisión Europea (CE), Sociedad Europea de Radiología (ESR, por sus siglas en inglés), Agencia Federal para el Control Nuclear, Administración de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés), Autoridad Alemana de Protección frente a la Radiación (BfS, por sus siglas en alemán), Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por sus siglas en inglés), Consejo Internacional de Enfermeras (ICN, por sus siglas en inglés), Organización Internacional de Física Médica (IOMP, por sus siglas en inglés), Red Internacional de Calidad de la Radiología (IRQN, por sus siglas en inglés), Sociedad Internacional de Técnicos y Auxiliares en Radiología (ISRRT, por sus siglas en inglés), Sociedad Internacional de Radiología (ISR, por sus siglas en inglés), Sociedad Latino Americana de Radiología Pediátrica (SLARP), Consejo Nacional de Mediciones y Protección contra la Radiación (NCRP, por sus siglas en inglés), Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas de Japón (NIRS, por sus siglas en inglés), Pacientes en Defensa de su Seguridad (PDS), Colegio Real de Radiólogos (RCR, por sus siglas en inglés), Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés), y Organización Mundial de Asociaciones Académicas, Academias y Universidades Nacionales de Médicos de Cabecera/Médicos de Familia (WONCA, por sus siglas en inglés.)

<sup>2</sup>. Para el contexto de este documento, un niño es toda persona menor de 18 años de edad.

19 países y representantes de 12 organizaciones internacionales, organismos de la ONU, organizaciones profesionales, asociaciones científicas, instituciones académicas, instituciones dedicadas a la investigación, redes y organizaciones de pacientes, autoridades reguladoras y ministerios de sanidad<sup>3</sup>. Los participantes analizaron la experiencia y los conocimientos existentes sobre las acciones recientes de comunicación de los riesgos de la radiación, debatieron sobre buenas prácticas y proporcionaron críticas y comentarios sobre el documento desde sus diferentes puntos de vista.

En 2013 se llevó a cabo una prueba experimental con el documento actualizado, y las revisiones posteriores se realizaron en base a las críticas y comentarios recopilados. El documento incluía un taller de la OMS-WONCA sobre el Papel de los Médicos de Familia en la Comunicación sobre los riesgos de la radiación en imagen pediátrica celebrado en Praga (República Checa) el junio de 2013, durante la 20ª Conferencia Mundial de Medicina de Familia. En diciembre de 2014, el documento se presentó en un Seminario de Diálogo Internacional para los Médicos de Familia coorganizado por la OMS y el Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas (NIRS, por sus siglas en inglés) en Tokio (Japón).

Se pretende que este documento sirva como herramienta a los profesionales sanitarios, para comunicar riesgos ya conocidos o potenciales de la radiación ionizante asociados a las pruebas de imagen pediátrica, con el fin de respaldar el diálogo sobre los beneficios y los riesgos durante el proceso de asistencia sanitaria al paciente pediátrico. Proporciona a los usuarios finales información y recursos para respaldar las estrategias de comunicación, e incluye ejemplos de mensajes clave que pueden emplearse en diferentes situaciones. El documento se divide en tres capítulos, cada uno de los cuales se presenta con un color de código específico para facilitar su consulta. Los tres anexos incluidos contienen información adicional.

Esta herramienta está principalmente dirigida a los profesionales sanitarios que prescriben pruebas de imagen pediátrica que conllevan una exposición a la radiación, aunque también puede resultar de utilidad a otras partes relevantes involucradas en el proceso. Esta herramienta de comunicación puede servir como base para seguir desarrollando un formato dirigido a los pacientes, padres, familiares y al público en general.

Entre los potenciales usuarios finales de esta herramienta de comunicación se incluyen:

- pediatras, cirujanos, médicos de cabecera/médicos de familia, médicos de medicina de urgencia, auxiliares médicos, personal de enfermería y otros profesionales sanitarios involucrados en el proceso de prescripción de radiación en pediatría;
- profesionales sanitarios que realizan, apoyan o dirigen procedimientos de diagnóstico por imagen en niños (por ejemplo, radiólogos, médicos especialistas en medicina nuclear, especialistas en física médica, técnicos y auxiliares en radiología, dentistas, especialistas en cardiología intervencionista, cirujanos especialistas en traumatología, cirujanos pediátricos, especialistas en cirugía vascular, gastroenterólogos, urólogos y otros profesionales sanitarios que realicen pruebas de imagen ajenos al Departamento de Radiodiagnóstico o de Radiología);
- legisladores y organismos implicados en la toma de decisiones en materia de políticas sanitarias, autoridades sanitarias, organismos reguladores y otras instituciones gubernamentales;
- colegios médicos y odontológicos, otras instituciones académicas y de investigación.

---

<sup>3</sup>. El informe del taller se puede consultar en [http://www.who.int/ionizing\\_radiation/medical\\_exposure/Bonn\\_Workshop\\_Risk\\_Communication\\_Report01.pdf](http://www.who.int/ionizing_radiation/medical_exposure/Bonn_Workshop_Risk_Communication_Report01.pdf).

# Agradecimientos

Este documento lo ha elaborado un Grupo de trabajo de expertos establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). La encargada de coordinar su desarrollo ha sido una Secretaria de la OMS. Asimismo, un numeroso grupo de expertos hizo sus aportaciones al proyecto proporcionando comentarios como miembros y/o prestando asesoramiento técnico durante algunas de las reuniones. La OMS quiere agradecer a todos aquellos que han contribuido en este proyecto y, en especial, a los siguientes expertos por proporcionar orientación, dedicación y apoyo continuo a este proyecto:

Michael Boyd  
Jerrold Bushberg  
Steve Ebdon-Jackson  
Donald Frush  
Donald Miller  
Denis Remedios  
Angela Shogren

A la OMS le gustaría agradecer a Ferid Shannoun por colaborar en la revisión y actualización de los datos proporcionados por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR, por sus siglas en inglés). También agradece a Jerrold Bushbert, Wesley Bolch y Elliott Stepusin por su contribución técnica con respecto a las dosis y a los riesgos de la radiación. Este proyecto fue financiado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y el Ministerio de Sanidad y Asuntos Sociales de Francia. El gobierno de Alemania acogió en la ciudad de Bonn el 2º Taller sobre la Comunicación de los riesgos de la radiación en imagen pediátrica, en diciembre de 2012, a través del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU, por sus siglas en alemán), con el apoyo técnico de la Oficina Federal Alemana de Protección frente a la Radiación (BfS), un Centro de Colaboración de la OMS. El Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas (NIRS), un Centro de Colaboración de la OMS, acogió un Seminario de Diálogo sobre la Comunicación de los Beneficios y los Riesgos en imagen Pediátrica celebrado en Tokio (Japón), en diciembre de 2014.

# Colaboradores

## Miembros del grupo de trabajo de expertos

**BOYD Michael,**

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, EE.UU.

**BUSHBERG Jerrold T,**

Consejo Nacional de Mediciones y Protección contra la Radiación

**EDBON-JACKSON Steve,**

Salud Pública, Inglaterra, Reino Unido

**FRUSH Donald,**

Alianza para la Seguridad Radiológica en Imagenología Pediátrica / Campaña de Image Gently, EE.UU.

**MIKHAIL Miriam,**

Organización Mundial de la Salud, Suiza

**MILLER Donald,**

Administración de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos, EE.UU.

**MURPHY Margaret,**

Pacientes en Defensa de su Seguridad de la OMS, Irlanda

**PEREZ Maria del Rosario,**

Organización Mundial de la Salud, Suiza

**PRASOPA-PLAIZIER Nittita,**

Organización Mundial de la Salud, Suiza

**REMEDIOS Denis,**

Colegio Real de Radiólogos, Reino Unido

**SHANNOUN Ferid,**

Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas

**SHOGREN Angela,**

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, EE.UU.

## Miembros correspondientes <sup>1</sup>

**AKAHANE Keiichi,**

Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas, Japón

**ADAMS Elizabeth,**

Consejo Internacional de Enfermeras, Suiza

**APPLEGATE Kimberly,**

Alianza para la Seguridad Radiológica en Imagenología Pediátrica / Campaña de Image Gently, EE.UU.

**BOUESSEAU Marie-Charlotte,**

Organización Mundial de la Salud, Suiza

**CHOI Simon,**

Administración de Medicamentos y Alimentos de Estados Unidos, EE.UU.

**CARBONNELLE Sylviane,**

Agencia Federal para el Control Nuclear, Bélgica

**CORRA Lilian,**

Asociación Argentina de Médicos para el Medio Ambiente, Argentina

**COULOMBE Caroline,**

Organización Mundial de la Salud, Suiza

**COWLING Cynthia,**

Sociedad Internacional de Técnicos y Auxiliares en Radiología, Australia

**DEMETER Sandor,**

University of Manitoba, Canadá

**ETZEL Ruth,**

Organización Mundial de la Salud, Suiza

**GAMHEWAGE Gaya,**

Organización Mundial de la Salud, Suiza

**GRIEBEL Jürgen,**

Oficina Federal de Protección frente a la Radiación, Alemania

**HOLAHAN Vincent,**

Comisión Reguladora para la Energía Nuclear de Estados Unidos, EE.UU.

**HOLMARK Birgitte,**

Pacientes en Defensa de su Seguridad de la OMS, Dinamarca

**KANDA Reiko,**

Instituto Nacional de Ciencias Radiológicas, Japón

**KAWOoya Michael,**

Sociedad Africana de Radiología, Uganda

**KESMINIENE Ausrele,**

Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer, Francia

**KHONG Pek-Lan,**

Comisión Internacional de Protección Radiológica, China, Hong Kong, Región Especial Administrativa

<sup>1</sup> Esta lista incluye a los expertos que proporcionaron apoyo técnico para elaborar el borrador y/o la revisión y a los expertos que participaron en el 1er Taller sobre la Comunicación de los Riesgos de la Radiación en la Atención Pediátrica celebrado en la sede de la OMS en Ginebra en septiembre de 2010, el 2º Taller sobre la Comunicación de los Riesgos de la Radiación en la Atención Pediátrica celebrado en Bonn en diciembre de 2012, la Reunión Internacional de Expertos celebrada en la sede de la OMS en Ginebra en septiembre de 2013, y/o el Seminario de Diálogo sobre la Comunicación de los Riesgos de la Radiación en la Imagenología Pediátrica celebrado en Tokio en diciembre de 2014. Las afiliaciones de los colaboradores corresponden a las instituciones para las que trabajaban en el momento en que prestaron su colaboración.

**LAU Lawrence,**

Sociedad Internacional de Radiología,  
Australia

**McMICHAEL,**

Agencia de Protección Ambiental de  
Estados Unidos, EE.UU.

**MIYAZAKI Osamu,**

Centro Nacional para el Desarrollo y la  
Asistencia Sanitaria Infantil, Japón

**MOLA Ernesto,**

Organización Mundial de Colegios  
Nacionales, Academias y Asociaciones  
Académicas de Médicos de Cabecera/  
Médicos de Familia, Italia

**NADER Alejandro,**

Organismo Internacional de Energía  
Atómica, Austria

**NEWMAN Donna,**

Sociedad Internacional de Técnicos y  
Auxiliares en Radiología, Australia

**NEWELL Stephanie,**

Pacientes en Defensa de su Seguridad  
de la OMS, Dinamarca

**PAULO Graciano,**

Federación Europea de Asociaciones de  
Técnicos en Radiología, Portugal

**REED Martin,**

Asociación Canadiense de Radiología,  
Canadá

**REHANI Madan,**

Organización Internacional de Física  
Médica y Comisión Internacional de  
Protección Radiológica

**RINGERTZ Hans,**

Sociedad Internacional de Radiología,  
Suecia

**ROBERTS Richard,**

Organización Mundial de Colegios  
Nacionales, Academias y Asociaciones  
Académicas de Médicos de Cabecera/  
Médicos de Familia, EE.UU.

**SHERIDAN Susan,**

Pacientes en Defensa de su Seguridad  
de la OMS, Estados Unidos

**SHIELDS Glenna,**

Agencia de Protección Ambiental de  
Estados Unidos, EE.UU.

**SHORE Roy,**

Fundación para la Investigación sobre  
los Efectos de la Radiación, Japón

**SIMEONOV Georgi,**

Comisión Europea, Luxemburgo

**SORANTIN Eric,**

Sociedad Europea de Radiología  
Pediátrica y Sociedad Europea de  
Radiología, Austria

**SOTO GIORDANI,**

Colegio Interamericano de Radiología  
y Federación Mundial de Imagenología  
Pediátrica, Chile

**SOUWER Corinne,**

Agencia Federal para el Control Nuclear,  
Bélgica

**VAN DEVENTER, Emilie,**

Organización Mundial de la Salud,  
Suiza

**VISENTIN Giorgio,**

Organización Mundial de Colegios  
Nacionales, Academias y Asociaciones  
Académicas de Médicos de Cabecera/  
Médicos de Familia, Italia

**VOCK Peter,**

Sociedad Europea de Radiología, Suiza

**WIEDER Jessica,**

Agencia de Protección Ambiental de  
Estados Unidos, EE.UU.

**YONEHARA Hidenori,**

Instituto Nacional de Ciencias  
Radiológicas, Japón

**ZAIDI Habib,**

Organización Internacional de Física  
Médica, Suiza

## Miembros del grupo de expertos que realizaron la traducción al español

**ESPAÑA LOPEZ Marisa,**

Jefa de Servicio de Radiofísica y  
Protección Radiológica del Hospital  
Universitario de la Princesa. Comunidad  
de Madrid, España

**GOMEZ MARDONES Gloria,**

Unidad de Radiodiagnóstico del  
Hospital Infantil Universitario Niño  
Jesús. Comunidad de Madrid, España

**GARCIA TEJEDOR Micaela,**

Subdirectora General de Sanidad  
Ambiental y Salud Laboral, Dirección  
General de Salud Pública, Calidad e  
Innovación del Ministerio de Sanidad,  
Servicios Sociales e Igualdad, España

**GONZALEZ MUNOZ Santiago,**

Jefe de Servicio. Dirección General de  
Salud Pública, Calidad e Innovación  
del Ministerio de Sanidad, Servicios  
Sociales e Igualdad, España

Los datos utilizados para elaborar la Figura 9 los proporcionaron amablemente JT Bushberg<sup>2</sup>, WE Bolch<sup>3</sup> and E Stepusin<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Jerrold T Bushberg, University of California, Sacramento, CA 95817 (EE.UU.)

<sup>3</sup> Wesley E Bolch, University of Florida, Gainesville, FL 32611 (EE.UU.)

<sup>4</sup> Elliot Stepusin, University of Florida, Gainesville, FL 32611 (EE.UU.)

# Sinopsis

Los avances en las tecnologías que utilizan radiación ionizante han generado un aumento cada vez mayor del número de aplicaciones clínicas en el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades humanas. Esto ha conducido a un uso extendido de estas tecnologías en todo el mundo, lo cual ha tenido un impacto positivo en la población pediátrica.

- Las radiografías computarizadas y digitales (RC y RD) están sustituyendo a la radiografía convencional (con película), proporcionando imágenes que se encuentran disponibles inmediatamente para ser analizadas y distribuidas por vía electrónica, con menores costos y un acceso más fácil.
- La tomografía computarizada (TC) es un instrumento valioso para estudiar las enfermedades y lesiones pediátricas, que a menudo reemplaza procedimientos diagnósticos menos exactos o más invasivos.
- Los procedimientos intervencionistas guiados por fluoroscopia permiten evitar opciones quirúrgicas que conllevan un riesgo relativamente mayor de eventos adversos en los niños.
- La medicina nuclear posibilita estudios estructurales y funcionales, hecho que es especialmente evidente con las técnicas híbridas (por ejemplo, PET-TC).
- La radiología odontológica ha evolucionado, y en algunas regiones los odontólogos y ortodontistas utilizan cada vez más la TC de haz cónico para obtener imágenes tridimensionales de la cara y los dientes.

La utilización de la radiación en imagen pediátrica permite salvar vidas; su valor clínico en el diagnóstico de las enfermedades y lesiones pediátricas es incuestionable. Sin embargo, el uso inapropiado o inexperto de esas tecnologías puede dar lugar a exposiciones innecesarias que aumentan los riesgos y no aportan beneficios adicionales a los pacientes pediátricos. Aunque las dosis de radiación emitidas durante los procedimientos diagnósticos son bajas y no es previsible que produzcan lesiones agudas, en los procedimientos intervencionistas guiados por imagen se pueden producir dosis suficientemente elevadas para producir efectos deterministas, como lesiones cutáneas. La aparición de efectos estocásticos es especialmente preocupante en radiodiagnóstico pediátrico, dado que los niños son más vulnerables que los adultos a padecer determinados tipos de cáncer, y tienen por delante más tiempo de vida para que aparezcan efectos de la radiación en la salud a largo plazo. Aunque los riesgos individuales de la radiación son muy bajos, la mejora de la seguridad radiológica en el diagnóstico por imagen pediátrico se ha convertido en una cuestión de salud pública, dado que la población pediátrica expuesta es cada vez mayor y que existe una creciente concienciación del público, y a menudo una alarma por parte de éste.

Los beneficios del radiodiagnóstico pediátrico deben ponderarse frente a los riesgos de la exposición a la radiación. El objetivo final es que los beneficios superen los daños. Esto requiere políticas y medidas que reconozcan y maximicen los múltiples beneficios que se pueden obtener, y al mismo tiempo minimicen los posibles riesgos para la salud, objetivos que se pueden lograr aplicando los dos principios de la protección radiológica en medicina: justificación de los procedimientos y optimización de la protección, que se resumen en «realizar el procedimiento correcto» y «realizarlo correctamente». Para respaldar la justificación y mejorar la adecuación de la prescripción de pruebas de diagnóstico por imagen, se pueden utilizar las directrices existentes sobre la petición de pruebas diagnósticas. Estas guías de apoyo a los prescriptores proporcionan información sobre la prueba más apropiada tanto a los propios prescriptores como a los radiólogos, a los pacientes y a sus cuidadores. En protección radiológica, la optimización significa mantener las dosis «tan bajas como sea razonablemente posible» (ALARA, *as low as reasonably achievable*). En radiodiagnóstico, esto significa utilizar la mínima dosis posible necesaria para obtener

imágenes diagnósticas adecuadas. Existen múltiples oportunidades de reducir la dosis de radiación sin que se produzca una pérdida importante de información diagnóstica.

Los profesionales sanitarios, que solicitan o realizan procedimientos de radiodiagnóstico en niños, tienen la responsabilidad compartida de comunicar adecuada y eficazmente los riesgos de la radiación a los pacientes, a sus padres y a otros cuidadores. Asimismo, deben ser capaces de llevar a cabo un análisis profundo de los riesgos y los beneficios para conseguir un proceso de toma de decisiones informado. Los radiólogos, técnicos en radiología, los especialistas en física médica y otros miembros del equipo de radiodiagnóstico deben ser capaces de debatir sobre los riesgos y los beneficios con sus colegas, en especial con los pediatras, los médicos de urgencias y otros especialistas. Sin embargo, el conocimiento de los profesionales sanitarios sobre las dosis de radiación y sus riesgos asociados pueden ser escasos.

Una comunicación eficaz y equilibrada sobre los riesgos de la radiación requiere experiencia, formación y recursos suficientes para respaldar el debate sobre los beneficios y los riesgos, sobre todo en el caso de los pacientes pediátricos. Por ejemplo, es importante comunicar que se pueden controlar los riesgos y maximizar los beneficios seleccionando un procedimiento adecuado y utilizando métodos para reducir la exposición del paciente sin reducir la eficacia clínica. Aunque los fundamentos de la comunicación sobre los riesgos y el debate sobre los beneficios y los riesgos son comunes a todos los entornos de la atención sanitaria, la aplicación de una estrategia eficaz de comunicación requiere a menudo consideraciones específicas en el campo de la imagen pediátrica.

En el presente documento se analizan los diferentes enfoques para establecer ese diálogo en el entorno clínico, y en particular la comunicación con el paciente pediátrico. Ofrece consejos prácticos para respaldar el debate sobre los beneficios y los riesgos, e incluye ejemplos de preguntas frecuentes y las correspondientes respuestas, que también se pueden utilizar para elaborar materiales informativos para los pacientes y sus familias. Así mismo, se analizan aspectos éticos relacionados con la comunicación sobre los riesgos de la radiación en el radiodiagnóstico pediátrico y se proponen diferentes situaciones y partes implicadas en la creación de un diálogo en el ámbito de la comunidad médica. También se examinan algunos conceptos y principios de la protección radiológica, la forma de aplicarlos en la imagen pediátrica y los factores esenciales necesarios para establecer y mantener una cultura de protección radiológica en la atención sanitaria, a fin de mejorar la práctica: uno de los pilares de la protección radiológica en medicina.

A estas cuestiones las precede un capítulo que describe los tipos de radiación y las fuentes de exposición médica en los niños, y que proporciona una visión de conjunto de las tendencias actuales en materia de utilización de la radiación ionizante en imagen pediátrica. Se presentan estimaciones de las dosis de radiación en los procedimientos pediátricos, y se aporta una visión general de los potenciales riesgos asociados a la exposición a la radiación en la infancia. La buena práctica médica incluye una comunicación eficaz sobre los beneficios y los riesgos de las intervenciones. En este contexto, la comunicación sobre los riesgos de la radiación es un componente esencial de la buena práctica en el campo de la imagen médica y tiene un papel clave para fundamentar un debate apropiado sobre los beneficios y los riesgos entre los profesionales sanitarios y también con los niños y sus familiares y cuidadores.

# Capítulo 1: bases científicas

Los usos médicos de la radiación ionizante se han extendido por todo el mundo. El progreso tecnológico en el diagnóstico por imagen ha ampliado en gran medida las posibilidades diagnósticas y ha mejorado la atención al paciente. Estas nuevas circunstancias ponen de manifiesto la necesidad de nuevas políticas que reconozcan y aprovechen al máximo los beneficios para la salud que pueden derivar de las mismas, y que al mismo tiempo aborden y minimicen los riesgos potenciales para la salud. Este capítulo incluye información científica acerca de la radiación que podría resultar de ayuda y constituir un apoyo para el debate acerca de los riesgos y los beneficios del diagnóstico por imagen en el ámbito pediátrico.

El **Apartado 1.1** describe los tipos de radiación y las fuentes de exposición. Además, proporciona una visión de conjunto de las tendencias actuales en el uso de radiación ionizante en diagnóstico por imagen.

El **Apartado 1.2** presenta las dosis de radiación en los procedimientos pediátricos y proporciona una visión de conjunto de los riesgos conocidos y potenciales asociados a la exposición a radiaciones durante la infancia.

# 1. Bases científicas

## 1.1 Introducción a la radiación y visión global de las tendencias en imagen médica

### 1.1.1 Tipos de radiación y unidades de dosis de radiación ionizante

La radiación es energía emitida en forma de ondas o partículas y propagada a través de un medio o un espacio. La radiación con suficiente energía para extraer electrones durante su interacción con los átomos se conoce como «radiación ionizante». La radiación ionizante la producen los átomos que tienen un exceso de energía. Los átomos de isótopos radiactivos liberan esta energía (por ejemplo, en forma de rayos gamma) a medida que se «desintegran» (se transforman) a un estado energético menor. Los rayos gamma que emiten los trazadores radioactivos (radiofármacos) administrados a los pacientes en medicina nuclear permiten determinar su distribución en el cuerpo gracias al uso de dispositivos para la obtención de imágenes. Los rayos X son otra forma de radiación ionizante que pueden producirse artificialmente en tubos de vacío especiales. Se utilizan en las tomografías computarizadas (TC) y en otros dispositivos de rayos X. Por el contrario, «radiación no ionizante» es el término que se utiliza para hacer referencia al tipo de radiación que no contiene suficiente energía para extraer los electrones durante su interacción con los átomos.

### Cuadro 1.1. Cantidades y unidades

La dosis absorbida es la cantidad de energía que se deposita en los tejidos/órganos por unidad de masa y su unidad de medida es el *gray* (Gy). Un gray es una unidad de gran magnitud para radiodiagnósticos, de modo que suele ser más práctico hablar en términos de *miligrays* (mGy). Un gray equivale a mil miligrays.

Los riesgos derivados de la exposición a los distintos tipos de radiación pueden compararse en términos de dosis equivalente. La dosis equivalente se define para un tipo concreto de radiación mediante el uso de un factor de ponderación de la misma, que en el caso de los rayos X y los rayos gamma será 1, pero podría ser mayor para otros tipos de radiación.

La dosis efectiva es la suma ponderada de las dosis equivalentes que recibe cada tejido/órgano, utilizando factores de ponderación específicos para cada tejido que en cada caso reflejen aproximadamente su sensibilidad relativa al cáncer radioinducido.

El concepto de dosis efectiva se desarrolló como una herramienta para la protección radiológica en el entorno laboral y público. Puede resultar de gran utilidad para comparar las dosis de distintos procedimientos y pruebas diagnósticas. También permite comparar las dosis resultantes de las distintas técnicas o tecnologías que se emplean para una misma prueba diagnóstica, y/o las dosis resultantes de procedimientos similares realizados en distintas instalaciones.

A efectos de calcular las dosis de radiación, se da por hecho que los pacientes que reciben una dosis efectiva determinada tienen las mismas características en cuanto a su sexo, edad y masa corporal. La dosis efectiva no pretende proporcionar una estimación precisa de los riesgos de los efectos de la radiación a nivel individual para las personas que se someten a pruebas radiológicas. Por el contrario, para una valoración individual de los riesgos, así como para la realización de estudios epidemiológicos, sería más apropiado tomar como referencia la dosis en los órganos (ya sea la dosis absorbida o la dosis equivalente en el órgano).

En términos de exposición médica, la dosis efectiva colectiva se utiliza para comparar las dosis estimadas en la población, pero no pretende predecir la incidencia de problemas de salud. Se obtiene multiplicando la dosis efectiva media para un procedimiento radiológico por el número estimado de procedimientos en una población concreta. La dosis efectiva total de todos los procedimientos radiológicos para toda la población puede utilizarse para describir las tendencias globales del uso de la radiación en el ámbito médico.

La unidad de medida de las dosis equivalente y efectiva es el sievert (Sv). Un sievert es una unidad de medida demasiado grande en el ámbito de la radiología con fines diagnósticos, de modo que suele ser más práctico hablar en términos de milisieverts (mSv). Un sievert equivale a mil milisieverts. La dosis efectiva colectiva se mide en Sievert-persona (Sv-persona).

La radiación no ionizante consiste en campos eléctricos y magnéticos de baja energía. Algunos ejemplos podrían ser las ondas de radio, las microondas, los rayos infrarrojos, los rayos ultravioletas y la luz visible. Los sistemas de imagen por ultrasonidos utilizan las ondas de sonido para generar imágenes de los tejidos y órganos. Por otro lado, la resonancia magnética (RM) utiliza fuertes campos magnéticos y ondas de radiofrecuencia para producir imágenes de estructuras corporales internas. En el presente documento, el término «radiación» hará referencia únicamente a la radiación ionizante, salvo que se especifique lo contrario.

La dosis de radiación es la cantidad de energía absorbida por una unidad de masa en los tejidos u órganos expuestos. Disponer de conocimientos básicos sobre las cantidades y las unidades de radiación podría resultar de ayuda para comunicarse mejor con los compañeros de trabajo y con los pacientes (ver **Cuadro 1.1**). Existen algunos términos y unidades específicos para expresar la cantidad de ma-

## Cuadro 1.2. Cómo expresar una cantidad de material radiactivo

El *becquerel* (Bq) es la unidad de radiactividad utilizada en el Sistema Internacional de Unidades. En medicina nuclear, se emplea para expresar la cantidad de radiactividad que se administra a un paciente. Un Bq es una unidad extremadamente pequeña de material radiactivo: corresponde a una desintegración radiactiva por segundo.

El *curio* (Ci) es una unidad de radiactividad que se utilizaba en el pasado.

Un Ci es una unidad bastante grande de material radiactivo: corresponde a  $3,7 \times 10^{10}$  (37.000 millones) de desintegraciones radiactivas por segundo<sup>a</sup>.

En la actualidad, la unidad Ci casi no se utiliza en el mundo, pero todavía resulta útil a efectos comparativos. A continuación se proporcionan algunos ejemplos.

Sistema Internacional de Unidades (SI)	Equivalencia con SI	Desintegraciones por segundo
1 terabecquerel (TBq)	27 curios (Ci)	1.000.000.000.000
1 gigabecquerel (GBq)	27 milicurios (mCi)	1.000.000.000
1 megabecquerel (MBq)	27 microcurios (µCi)	1.000.000
1 kilobecquerel (kBq)	27 nanocurios (nCi)	1.000
1 becquerel (Bq)	27 picocurios (pCi)	1
37 gigabecquerel (GBq)	1 curio (Ci)	37.000.000.000
37 megabecquerel (MBq)	1 milicurio (mCi)	37.000.000
37 kilobecquerel (kBq)	1 microcurio (µCi)	37.000
37 becquerel (Bq)	1 nanocurio (nCi)	37
0,037 becquerel (Bq)	1 picocurio (pCi)	0,037

A continuación se proporcionan algunos ejemplos de niveles de radiactividad natural en la vida diaria:

Radiactividad natural en los alimentos			Actividad normal de radiactividad natural en el cuerpo <sup>b</sup>	
Alimento	<sup>40</sup> K (Potasio)	<sup>226</sup> Ra (Radio)	Nucleído	
Plátano	130 Bq/kg	0,037 Bq/kg	Uranio	1,1 Bq
Nuez de Brasil	207 Bq/kg	37-260 Bq/kg	Torio	0,11 Bq
Zanahoria	130 Bq/kg	0,02-0,1 Bq/kg	Potasio	4,4 kBq
Patata	130 Bq/kg	0,037-0,09 Bq/kg	Radio	1,1 Bq
Cerveza	15 Bq/kg	NA	Carbono	3,7 kBq
Carne roja	110 Bq/kg	0,02 Bq/kg	Tritio	23 Bq
crudo	170 Bq/kg	0,07-0,2 Bq/kg	Polonio	37 Bq

<sup>a</sup> Aunque el Sistema Internacional de Unidades es el más recomendable, el Ci y sus unidades derivadas se han incluido en este cuadro porque todavía se utilizan ocasionalmente en la comunidad médica para hacer referencia a la cantidad de radiactividad que se administra durante las pruebas de medicina nuclear.

<sup>b</sup> La cantidad típica de desintegraciones por segundo (DPS) en el cuerpo humano derivadas de radiactividad de origen natural es aproximadamente 7400 DPS.

terial radiactivo que se utiliza en las pruebas de medicina nuclear (ver **Cuadro 1.2**). Los términos que se utilizan con significados concretos se explican en este capítulo (ver **Cuadro 1.3**). Además, los **Anexos A y C** aportan información adicional: el **Anexo A** explica el significado de algunos acrónimos y siglas, el **Anexo B** incluye un glosario y el **Anexo C** proporciona enlaces a organizaciones con más información y orientación acerca de las prácticas en imagen con fines médicos.

### 1.1.2 Fuentes de exposición a la radiación

La exposición a pequeñas cantidades de radiación es una característica natural y constante de nuestro entorno. Los seres humanos están expuestos a radiación cósmica procedente del espacio exterior, incluyendo no solo al Sol sino a los materiales radiactivos que se encuentran en la tierra, el agua, el aire, los alimentos y el propio cuerpo. La radiación producida por medios artificiales en forma de rayos X fue desarrollada a finales de la década de 1800. Los experimentos de Roentgen demostraron que los rayos X son capaces de generar imágenes del esqueleto en una lámina fotográfica. Durante el siglo XX, la aplicación de la radiación al ámbito de la medicina, la industria, la agricultura y la investigación se difundió con rapidez. La realización de pruebas con armas nucleares, los vertidos rutinarios de instalaciones industriales y los accidentes industriales han añadido al medioambiente radiactividad creada por el ser humano. Sin embargo, el uso de la radiación con fines médicos es la mayor fente de exposición a la radiación creada por el ser humano en la actualidad (UNSCEAR, 2010).

El promedio anual de exposición a la radiación procedente de todas las fuentes entre la población mundial es aproximadamente 3 mSv/año por persona. De media, el 80% (2,4 mSv) de la dosis anual que recibe una persona de todas las fuentes de radiación se debe al radón y a otras fuentes de radiación de origen natural (radiación natural de fondo), el 19,7% (0,6 mSv) se debe al uso de la radiación con fines médicos y el 0,3% restante (aproximadamente 0,01 mSv) procede de otras fuentes de radiación creadas por el ser humano (**Figura 1**). La dosis de radiación que recibe cada individuo puede variar considerablemente dependiendo del lugar donde vivan. Por ejemplo, los niveles de radiación natural de fondo cambian debido a diferencias geológicas y en algunas zonas puede ser hasta 10 veces mayor que la media global. En 2006, la exposición a la radiación con fines de obtención de imágenes para usos médicos en Estados Unidos sustituyó a las fuentes de radiación de origen natural como mayor fuente de exposición humana a la radiación por primera vez en la historia (**Figura 2**). La **Figura 3** muestra el aumento de la exposición a la radiación por motivos médicos en la población estadounidense entre 1987 y 2006. Por otro lado, la **Tabla 1** muestra las dosis medias de radiación anuales y los rangos típicos de dosis individuales. Asimismo, la **Figura 4** muestra la variación en la contribución que representa la exposición por motivos médicos a la dosis anual de radiación media por persona en países con niveles de atención sanitaria similares.

## Cuadro 1.3. Definiciones de algunos términos habituales en este documento

*Riesgo para la salud* es la probabilidad de que ocurra un problema de salud bajo unas circunstancias concretas o ante la exposición a un peligro en particular. Salvo que se disponga lo contrario, el término riesgo en este documento hará referencia a los riesgos derivados de la radiación, sin distinción entre los riesgos conocidos/reconocidos (por ejemplo, las pruebas de radiación de alta dosis) y los riesgos potenciales (por ejemplo, pruebas de radiación de baja dosis, que representan la gran mayoría de los procedimientos de diagnóstico por imagen). De esto se desprende que no siempre se explicará el grado de incertidumbre relativo a dichos efectos.

Salvo que se indique lo contrario, el término *radiación* se utilizará en este documento para hacer referencia a la radiación ionizante.

En el contexto del presente documento, el término *dosis* se utiliza para hacer referencia a las estimaciones de dosis de radiación de una serie de pruebas diagnósticas habituales.

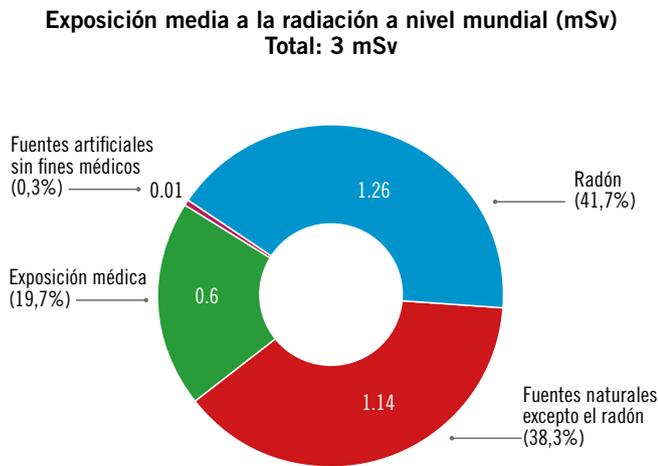
Estos valores deberán considerarse únicamente como los habituales, más que valores dosimétricos precisos de radiación.

A no ser que se indique lo contrario, el término *familia* hará referencia en este documento a los padres y otros parientes que actúen en calidad de cuidadores de un niño y que pudieran ser interlocutores potenciales en el diálogo acerca de los riesgos y los beneficios del uso de la radiación en imagen pediátrica.

Salvo que se indique lo contrario, el término *procedimiento* suele hacer referencia en este documento a una prueba diagnóstica o a una intervención guiada por imágenes.

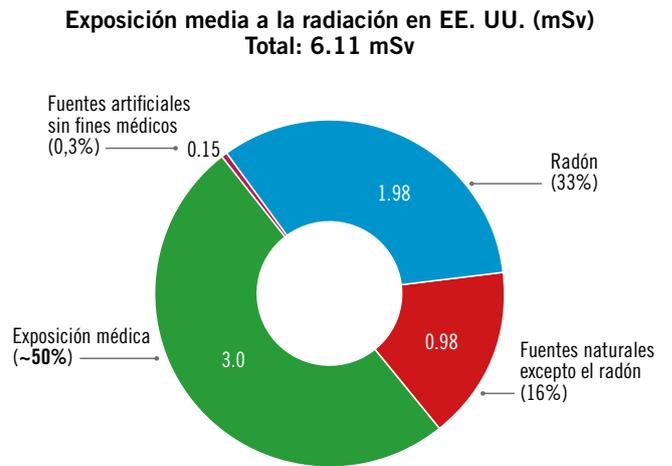
Puede encontrar otros términos definidos en el glosario (**Anexo B**).

**Figura 1:** Distribución de la exposición media anual a la radiación en la población mundial



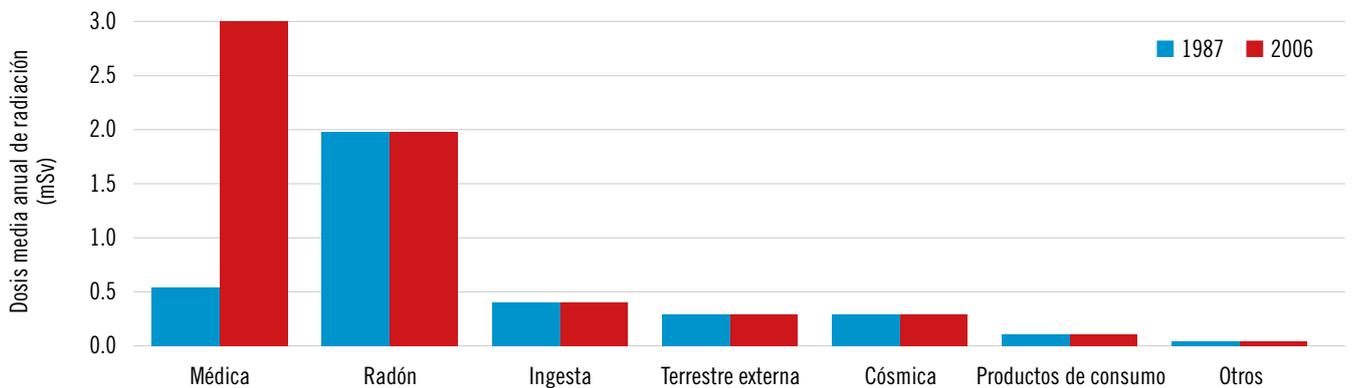
Fuente: Adaptado de UNSCEAR (2010) con autorización

**Figura 2:** Exposición media anual a la radiación en la población estadounidense, dispuesta del mismo modo que la figura 1 a efectos comparativos



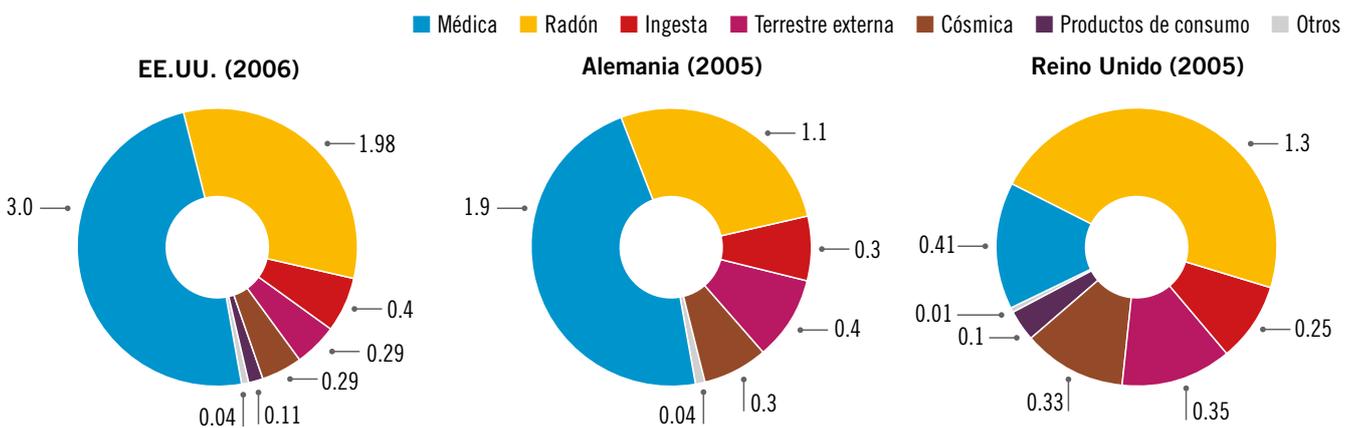
Fuente: Adaptado de NCRP (2009) con autorización

**Figura 3:** Dosis de radiación media anual por persona (mSv) en EE. UU.: se observa el aumento de exposición debido a la imagen con fines médicos a lo largo de los años



Fuente: Adaptado de NCRP (2009) con autorización

**Figura 4:** Variación en la contribución de la exposición médica a la dosis de radiación media anual por persona en países con niveles de atención sanitaria similares



Fuente: Adaptado de UNSCEAR (2010) con permiso

**Tabla 1.** Dosis de radiación media anual y rangos por persona a nivel global.

Fuente o modo	Dosis medias anuales a nivel global y rangos típicos (mSv <sup>a</sup> )
<b>Fuentes naturales de exposición</b>	
Inhalación (gas radón)	1,26 (0,2-10) <sup>b</sup>
Ingesta (alimentos y agua potable)	0,29 (0,2-1)
Externa terrestre	0,48 (0,3-1) <sup>c</sup>
Radiación cósmica	0,39 (0,3-1) <sup>d</sup>
<b>Total natural</b>	<b>2,4 (1-13)<sup>e</sup></b>
<b>Fuentes de exposición creadas por el ser humano</b>	
Diagnóstico médico (sin incluir tratamiento)	0.6 (~0-20+)
Otros (por ejemplo, energía nuclear y consecuencias de pruebas de armas nucleares)	~0.005
<b>Total artificial</b>	<b>0.6 (~0-20+)</b>
<b>Total</b>	<b>3 (1-20+)</b>

<sup>a</sup> mSv: milisievert, unidad de medida de dosis efectiva

<sup>b</sup> La dosis es mucho más alta en algunos lugares de residencia

<sup>c</sup> La dosis es más alta en algunas ubicaciones

<sup>d</sup> La dosis aumenta con la altitud

<sup>e</sup> Los grupos de población grandes reciben 10-20 mSv

Fuente: Adaptada de UNSCEAR (2010) con autorización

### 1.1.3 La exposición a la radiación derivada del radiodiagnóstico médico en la actualidad

El incremento en la disponibilidad y en la frecuencia de uso de las pruebas de radiodiagnóstico (particularmente la TC) durante las últimas décadas ha salvado muchísimas vidas y en muchas ocasiones ha logrado evitar procedimientos más invasivos y los riesgos inherentes a los mismos. Sin embargo, es necesario optimizar las pruebas de imagen médica para que las personas (y particularmente los niños) no se expongan a fuentes de radiación ionizante innecesariamente o a dosis mayores de las que son necesarias para generar una imagen de calidad suficiente para el diagnóstico.

Entre 1991 y 1996, el número anual de pruebas diagnósticas en el mundo ascendía a 2.400 millones. Se estima que unos 250 millones de ellas se realizaron en niños menores de 15 años.<sup>1</sup> El número total de pruebas diagnósticas superó los 3.600 millones durante el periodo 1997-2007, de las cuales aproximadamente 350 millones se realizaron en niños menores de 15 años (UNSCEAR, 2000; UNSCEAR, 2010).

La radiografía de tórax representa un 40% de todas las pruebas radiológicas de imagen que se realizan en el mundo. En los países de renta alta y media, aproximadamente un 9% de las radiografías de tórax se realizan en niños (UNSCEAR, 2010). La dosis de radiación resultante de las radiografías de tórax es muy baja, lo que explica por qué su aportación a la dosis de radiación de la población («dosis colectiva») es relativamente baja en comparación con otras modalidades de radiodiagnóstico menos frecuentes (Tabla 2). Por el contrario, esta tabla muestra que la TC, con una frecuencia algo inferior a la de la radiografía torácica (6,3% de todas las pruebas con rayos X), es la principal aportación a la dosis colectiva (43,2%).

<sup>1</sup>. Si bien estos datos se han recopilado en niños de hasta 15 años de edad, UNICEF define el límite máximo de la edad comprendida en la «infancia» en 18 años y ese es el umbral que se adopta en este documento. El término «neonato» se utiliza para hacer referencia a niños de menos de 28 días.

Existen algunos datos acerca de la frecuencia de las pruebas diagnósticas en niños, de los cuales algunos ejemplos se recogen en la **Tabla 3**. Aunque la frecuencia varía de forma significativa entre los países, se estima que aproximadamente el 3-10% de todas las pruebas radiológicas se realizan en niños (UNSCEAR, 2013).

**Tabla 2.** Frecuencia relativa media a nivel global y dosis colectiva de distintos tipos de pruebas diagnósticas con rayos X (todas las edades, ambos sexos)<sup>a</sup>

Prueba con rayos X	Frecuencia relativa (%)	Dosis colectiva (%)
Pruebas de tórax (PA, lateral, otras)	40	13.3
Extremidades y articulaciones	8.4	< 1
Craneal	3.2	4.2
Abdomen, pelvis, cadera	5.2	4.5
Columna vertebral	7.4	4.2
Fluoroscopias del tracto intestinal	4.8	14.5
Mamografía	3.6	< 1
Tomografía computarizada	<b>6.3<sup>b</sup></b>	<b>43.2<sup>b</sup></b>
Angiografía e intervenciones guiadas por fluoroscopia	< 1	6.1
Otras pruebas radiológicas de imagen obtenida por rayos X	3	11
Procedimientos dentales <sup>c</sup>	13	< 1

<sup>a</sup> La **Tabla 3** presenta los procedimientos y las dosis típicas en pacientes pediátricos.

<sup>b</sup> Estas cifras aparecen en negrita para destacar que la tomografía computarizada (TC) que representa únicamente un 6% de las pruebas con rayos X supone una aportación del 43% a las dosis colectivas.

<sup>c</sup> Aunque este dato no incluye la información global acerca de la frecuencia de TC de haz cónico dental, este porcentaje no cambiaría de forma significativa si se incluyera.

Fuente: Tabla basada en los datos de UNSCEAR (2010); uso autorizado.

**Tabla 3.** Pruebas radiológicas realizadas en niños (0-15 años) en países con nivel de atención sanitaria I<sup>a</sup>

Zonas sujetas a análisis	Porcentaje de todas las pruebas de este tipo en cada una de las regiones anatómicas que se realizan en niños <15 años
<b>Radiografía simple</b>	
Cabeza/cráneo	19%
Extremidades	15%
Abdomen	13%
Columna vertebral AP (cervical, torácica o lumbar)	7–12%
Torácica (PA y lateral)	9–12%
Pelvis/caderas	9%
Otros procedimientos radiográficos	3–9%
<b>TC</b>	
TC craneal	8%
TC abdominal	4%
TC torácica	5%
TC columna	3%

<sup>a</sup> UNSCEAR (2010) define los países de atención sanitaria de nivel I como aquellos en los que hay al menos un médico por cada 1.000 personas en la población general.

Fuente: Adaptada de UNSCEAR (2013) con autorización.

El uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en odontología es una práctica relativamente reciente. Las CBCT administran dosis significativamente mayores de radiación en comparación con otras pruebas dentales de rayos X. A este respecto, la prescripción clínica (justificación), la optimización, la garantía de calidad y la formación en materia de CBCT representan preocupaciones cada vez mayores en este ámbito (NCRP, 2003; Comisión Europea, 2004-2012).

La fluoroscopia sigue siendo una prueba radiológica de imagen importante entre los pacientes pediátricos. Los estudios fluoroscópicos en niños pueden utilizarse para examinar la vejiga o la uretra (cistoureterograma miccional o VCUG), el tramo superior del tracto gastrointestinal (medios de contraste de ingestión oral o estudios del tránsito esofagogastrointestinal) y del tramo inferior del mismo (enema opaco). Además de la imagen diagnóstica, la fluoroscopia se utiliza cada vez más como guía en intervenciones pediátricas en cardiología y gastroenterología, así como en procedimientos neurovasculares, ortopédicos y quirúrgicos guiados por imágenes. Las intervenciones guiadas por fluoroscopia pueden resultar en una mayor exposición a radiaciones para los pacientes y el personal que en otras pruebas diagnósticas de imagen, pero evitan muchos de los riesgos inherentes a otros procedimientos quirúrgicos pediátricos más complejos. La dosis dependerá del tipo de prueba, del equipo y de la práctica del operador (Tsapaki et al., 2009).

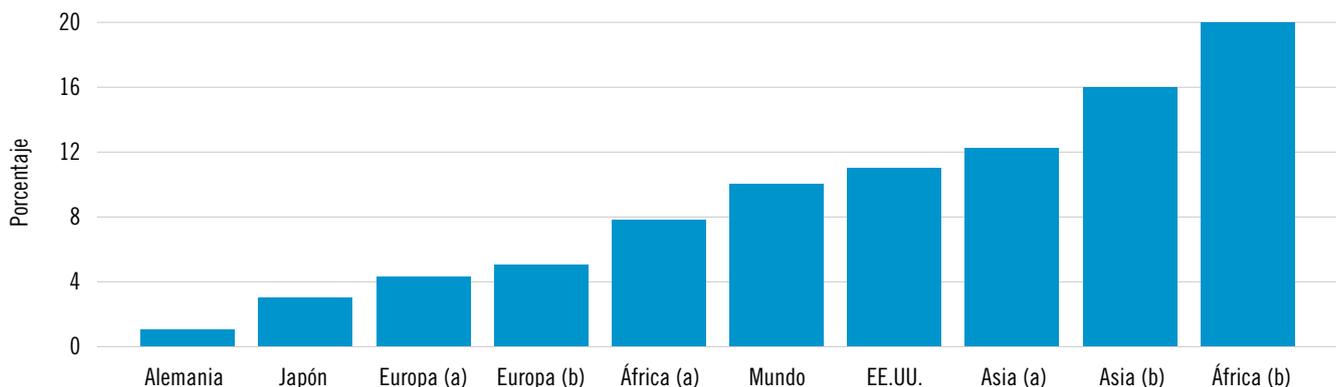
La TC representa aproximadamente un 6% de todas las pruebas radiológicas médicas que se realizaron en el mundo entre 1997 y 2006 y supuso una contribución del 43% a la dosis total resultante de dichos procedimientos. La contribución de la TC a la dosis colectiva entre 1991 y 1996 fue del 34% (UNSCEAR, 2010). Aunque los dispositivos de TC modernos han logrado reducir drásticamente la dosis de radiación, a día de hoy la TC todavía es una fuente significativa de exposición a radiaciones para niños y adultos. Las TC craneales son las más comunes en niños, pues representan un 8% del total de TC realizadas en países de renta alta y media (UNSCEAR, 2010). Aun así, cuando procede, suele optarse por la ecografía o la resonancia magnética para la obtención de imágenes diagnósticas entre la población pediátrica ya que no implican la exposición a radiación ionizante. Sin embargo, la TC sigue siendo la modalidad de obtención de imágenes diagnósticas cuyo uso ha aumentado más debido a su disponibilidad y a la rapidez en la obtención de imágenes (Broder et al., 2007; Shenoy-Bhangle, Nimkin y Gee, 2010).

- Más del 10% de las TC que se llevan a cabo en el mundo se realizan en pacientes menores de 18 años (UNSCEAR, 2010).
- Aunque se desconoce el número total de TC que se realizan en el mundo, existen datos acerca de la frecuencia de las TC en tres países en los que más se utiliza esta modalidad, lo que sugiere que se realizan más de 100 millones de TC al año en todo el mundo.
- Aproximadamente un 3% de todas las TC que se realizan anualmente en Japón se llevan a cabo en niños (UNSCEAR, 2010).
- Aproximadamente un 11% de todas las TC que se realizan anualmente en Estados Unidos se llevan a cabo en niños (UNSCEAR, 2010).
- El porcentaje de TC pediátricas en Alemania durante el periodo de 2005-2006 fue del 1% (Galanski, Nagel y Stamm, 2006).
- Los datos obtenidos en 101 instalaciones de 19 países en vías de desarrollo en África, Asia y Europa del Este revelaron que, de media, la frecuencia de TC pediátricas era del 20, 16 y 5% del total de TC respectivamente (Muhogora et al., 2010). Un estudio más reciente relativo a la frecuencia de TC en 40 países también reveló que la frecuencia más baja de TC pediátricas es la de los hospitales europeos. Según este estudio, las TC craneales representan aproximadamente un 75% de todas las TC pediátricas (Vassileva et al., 2012).

La **Figura 5** resume las tendencias en el uso de TC pediátricas en las distintas zonas del mundo, tal y como se describen más arriba.

La distribución en franjas de edad entre la población de distintos países y regiones podría afectar al número de pruebas realizadas en niños. La **Figura 6** muestra la distribución en franjas de edad en Japón,

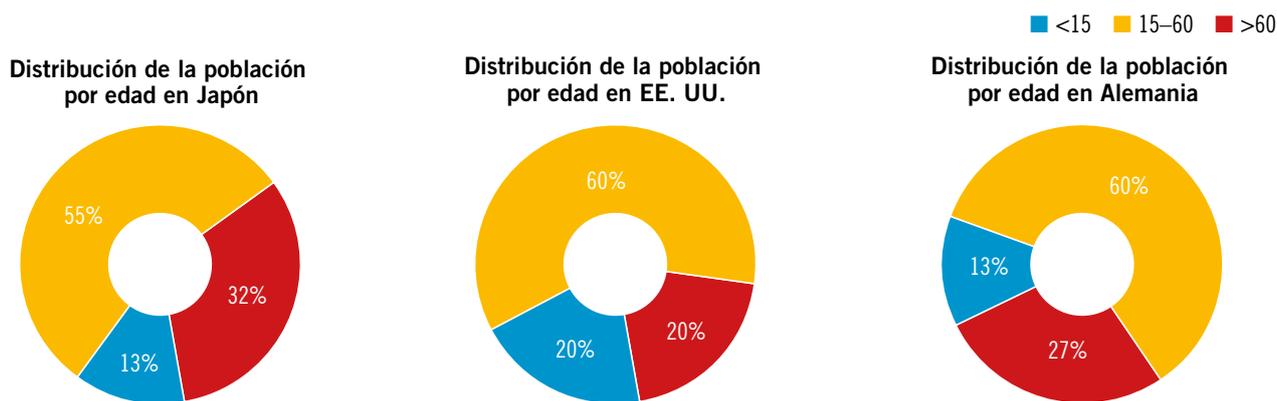
**Figura 5:** Porcentaje del total de TC que se realizan en niños en las distintas regiones del mundo<sup>a</sup>



<sup>a</sup> Se muestran distintos datos de Europa, África y Asia: (a) de Vassileva et al. (2012) y (b) de Muhogora et al. (2010)

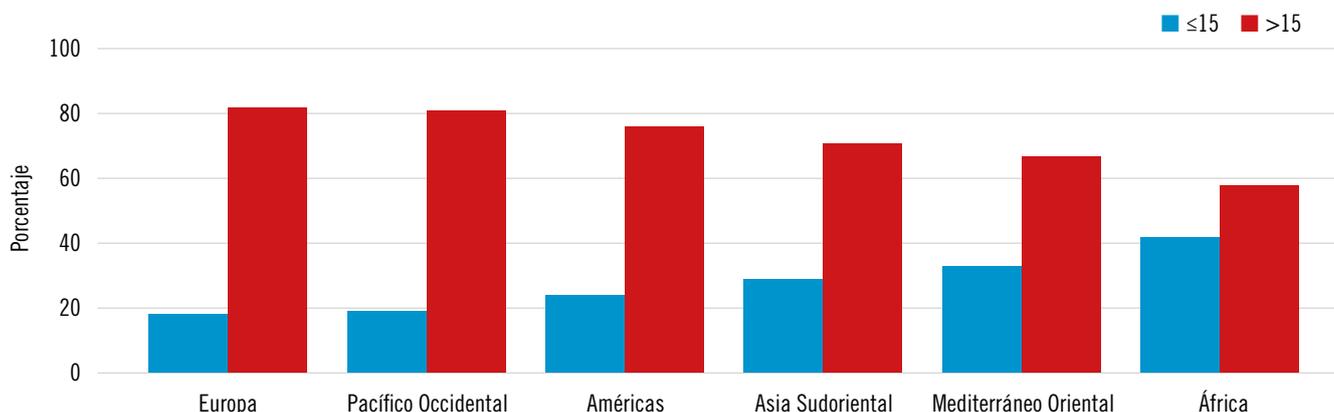
Fuente: Basado en los datos publicados en (UNSCEAR, 2010). (Galanski, Nagel y Stamm, 2006). Vassileva et al. (2012) y Muhogora et al. (2010)

**Figura 6:** Distribución de la población por franjas de edad en los tres países donde se realizan más TC.



Fuente: OMS (2015a)

**Figura 7:** Porcentaje de población menor de 15 años de edad, en comparación con el resto de la población en las seis regiones de la OMS.



Fuente: Adaptado de OMS (2015a).

Estados Unidos y Alemania, los tres países en los que más TC se realizan. La **Figura 7** muestra el porcentaje de población menor de 15 años en comparación con el resto de la población en las seis regiones de la OMS: África, las Américas, el Mediterráneo Oriental, Europa, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental.

La medicina nuclear pediátrica proporciona información importante para facilitar el diagnóstico, la gravedad, el tratamiento y el seguimiento de una serie de enfermedades pediátricas. Gracias a su naturaleza no invasiva, es útil para evaluar a niños (Fahey, Treves y Adelstein, 2011). En general, el número total de pruebas diagnósticas de medicina nuclear se mantuvo estable durante las dos últimas décadas (32,5 millones anuales entre 1991 y 1996 y 32,7 millones anuales entre 1997 y 2007). Estas cifras son significativamente inferiores a la frecuencia anual de las pruebas radiológicas de imagen obtenidas por rayos X (UNSCEAR, 2010). Las dosis al paciente son más altas para las tomografías por emisión de positrones (PET) y las PET/TC, una modalidad de medicina nuclear que proporciona información funcional y anatómica que suele utilizarse para la evaluación y el seguimiento de neoplasias malignas (Accorsi et al., 2010). Sin embargo, la disponibilidad de las PET y las PET/TC todavía es muy limitada en algunos países. La distribución geográfica de las pruebas de medicina nuclear es bastante desigual, puesto que el 90% de las pruebas se realizan en países industrializados (UNSCEAR, 2010).

## 1.2 Dosis de radiación y riesgos en pruebas pediátricas

### 1.2.1 Dosis de radiación para pruebas pediátricas

La estimación del riesgo individual de cada paciente requiere una mayor comprensión de la dosis por órgano individual a partir de coeficientes de riesgo específicos de cada órgano adaptados a la edad y al sexo del paciente. Las dosis de radiación en imagen diagnóstica suelen expresarse en términos de «dosis efectivas». Como se menciona en el Cuadro 1.1 (Capítulo 1), la dosis efectiva no debe utilizarse para cuantificar el riesgo individual del paciente resultante de la dosis de radiación de una prueba radiológica de imagen médica en concreto. Solo si los grupos de población de los pacientes son similares (tanto en edad como en sexo), las dosis efectivas pueden constituir valores útiles a efectos de comparación entre dosis.

El uso de las TC ha crecido exponencialmente en la última década, convirtiéndose en la modalidad de imagen pediátrica cuyo uso más ha crecido. Las TC utilizan dosis de radiación mayores que las radiografías de tórax (Tabla 4), pero conviene tener en cuenta que aportan mucha más información. Mientras que la frecuencia de TC en niños ha crecido, los avances tecnológicos han logrado reducir considerablemente las dosis de radiación por procedimiento. En la actualidad, los equipos de TC de última generación permiten realizar TC abdominales con una dosis menor que la de una prueba convencional con rayos X. Sin embargo, las dosis varían considerablemente entre la tecnología antigua y la moderna (Larson et al., 2015).

Las pruebas de medicina nuclear requieren la administración de pequeñas cantidades de radiactividad en forma de radiofármacos que se administran bien por vía respiratoria, oral o intravenosa. En ocasiones, dichas pruebas se realizan en niños, si bien la frecuencia en adultos es mucho mayor. Respecto de los radionucleidos seleccionados, la dosis por unidad de actividad puede ser diez veces mayor para los bebés que para los adultos (UNSCEAR, 2013). La amplia variedad de radiofármacos que se utilizan en medicina nuclear se distribuyen de forma muy distinta por el cuerpo. La variedad de pruebas de medicina nuclear que se realizan en niños difiere de las que se realizan en adultos. En niños, predominan las pruebas nefrológicas y óseas. Las dosis en órganos resultantes de la radiactividad administrada con cada unidad suelen ser mayores en niños. Sin embargo, en la práctica es posible (y aconsejable) ajustar estas dosis utilizando dosis administradas más bajas (UNSCEAR, 2013; Lass-

**Tabla 4.** Dosis efectivas típicas para pruebas de imagen diagnóstica y su equivalencia en número de radiografías de tórax y en tiempo de exposición a radiación natural de fondo<sup>a</sup>

Prueba diagnóstica	Número equivalente de radiografías torácicas	Periodo equivalente de exposición a radiación natural de fondo <sup>b</sup>	Dosis efectiva típica (mSv)
<b>Radiografía tórax (una sola toma PA)</b>			
Adulto	1	3 días	0.02 <sup>c</sup>
Paciente pediátrico de 5 años	1	3 días	0.02 <sup>c</sup>
<b>TC craneal</b>			
Adulto	100	10 meses	2 <sup>c</sup>
Recién nacido <sup>e</sup>	200	2,5 años	6
Paciente pediátrico de 1 año	185	1,5 años	3.7
Paciente pediátrico de 5 años	100	10 meses	2 <sup>d</sup>
Paciente pediátrico de 10 años	110	11 meses	2.2
Angiografía con TC craneal pediátrica <sup>f</sup>	250	2 años	5
<b>TC de tórax</b>			
Adulto	350	3 años	7 <sup>c</sup>
Recién nacido <sup>g</sup>	85	8,6 meses	1.7
Paciente pediátrico de 1 año	90	9 meses	1.8
Paciente pediátrico de 5 años	150	1,2 años	3 <sup>d</sup>
Paciente pediátrico de 10 años	175	1,4 años	3.5
<b>TC abdominal</b>			
Adulto	350	3 años	7 <sup>c</sup>
Recién nacido	265	2,2 años	5.3
Paciente pediátrico de 1 año	210	1,8 años	4.2
Paciente pediátrico de 5 años	185	1,5 años	3.7
Paciente pediátrico de 10 años	185	1,5 años	3.7
<b>Pruebas de medicina nuclear (paciente pediátrico de 5 años)</b>			
FDG PET TC	765	6,4 años	15.3 <sup>f</sup>
Cistografía con Tc-99m	9	1 mes	0.18 <sup>f</sup>
Gammagrafía ósea con Tc-99m	300	2,5 años	6 <sup>f</sup>
<b>Pruebas dentales</b>			
Radiografía intraoral	0.25	< 1 día	0.005 <sup>c</sup>
Ortopantomografía	0.5	1,5 días	0.01 <sup>c</sup>
TC de haz cónico craneofacial	< 50	< 5 meses	< 1h
<b>Cardiología intervencionista pediátrica guiada por fluoroscopia</b>	300 (range from 50 to 1850)	2,5 años (oscila entre 5 meses y 15 años)	Mediana de 6 (oscila entre 1 – 37) <sup>i</sup>
<b>Cistografía con fluoroscopia (paciente pediátrico de 5 años)</b>	16	1,7 meses	0.33 <sup>j</sup>

<sup>a</sup> Dosis efectivas de TC pediátricas en función de los datos proporcionados en la Tabla B17 «Resumen de dosis de pacientes para pruebas pediátricas con TC» (UNSCEAR, 2010) excepto para las que se indique explícitamente una fuente distinta.

<sup>b</sup> Basados en la media mundial de 2,4 mSv/año.

<sup>c</sup> Mettler et al. (2008)

<sup>d</sup> A partir del sitio web de Image Gently (<http://www.imagegently.org/>)

<sup>e</sup> En lugar de la edad real, hace referencia a un niño tipo con unas dimensiones físicas habituales a esa edad

<sup>f</sup> Johnson et al. (2014)

<sup>g</sup> En lugar de la edad real, hace referencia a un niño tipo con unas dimensiones físicas habituales a esas edad

<sup>h</sup> Comisión Europea (2012)

<sup>i</sup> Bacher et al. (2005)

<sup>j</sup> Brody et al. (2007)

mann et al., 2014). Recientemente, se han desarrollado calculadoras online que facilitan el acceso a las reducciones recomendadas en las dosis administradas a pacientes pediátricos.<sup>2</sup>

En el debate acerca de las dosis de radiación en pruebas diagnósticas, se ha sugerido una comparación con tipos de exposición a radiación más conocidos (como radiografías de tórax o radiación natural de fondo) con el fin de facilitar la comprensión del nivel de dosis. La **Tabla 4** muestra las dosis de radiación comparativas de distintas pruebas de radiodiagnóstico en pacientes pediátricos. Sin embargo, conviene realizar algunas advertencias acerca de estas comparaciones. La dosis administrada durante una radiografía de tórax es tan baja que su uso como denominador en el cálculo de la cantidad equivalente de radiografías torácicas comparable a la dosis administrada en otras pruebas radiológicas podría confundir y alarmar innecesariamente a los pacientes y a sus progenitores. Los pacientes y sus progenitores, incluso los profesionales sanitarios, no tienen por qué estar familiarizados con el concepto de radiación natural de fondo, de modo que la comparación entre la dosis asociada a una prueba radiológica de imagen y el periodo equivalente de exposición a la radiación natural podría resultar difícil de comprender. Otra característica que puede dar lugar a confusión en la comparación de dosis de radiación en pacientes con la exposición a la radiación natural es que la radiación de fondo implica la exposición del cuerpo completo, mientras que la exposición resultante de pruebas diagnósticas suele implicar una exposición local (en una región concreta del cuerpo).

### 1.2.2 Riesgos radiológicos derivados del radiodiagnóstico: problemas de salud derivados de la exposición a radiaciones

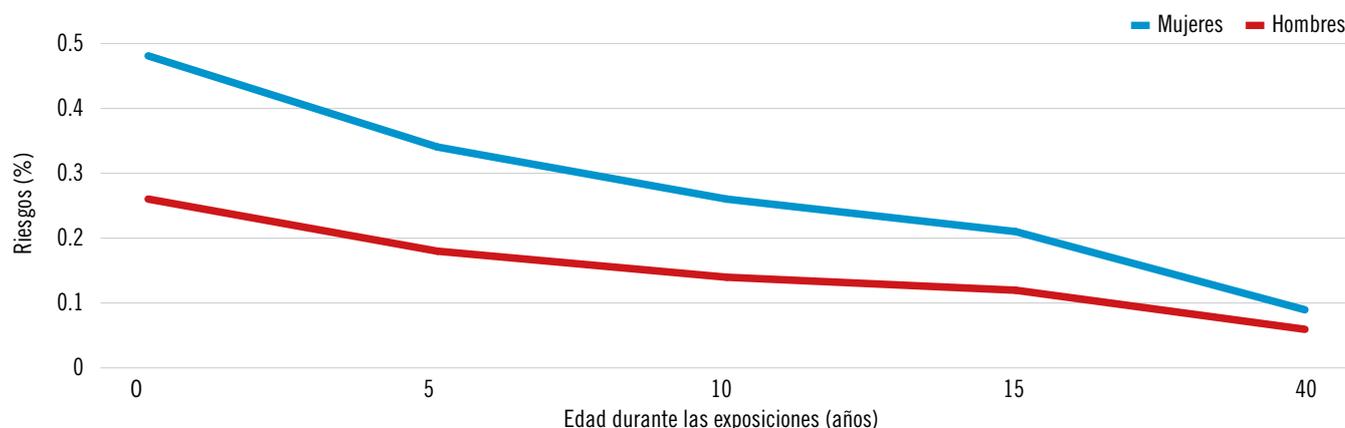
La energía que absorben los tejidos y los órganos expuestos a radiaciones puede provocar dos tipos de efectos. Ante la exposición a dosis mucho más altas de las habituales en pruebas diagnósticas por imagen, la radiación puede causar la muerte celular. Los daños derivados de estas exposiciones pueden ser lo suficientemente extensos como para afectar al funcionamiento de los tejidos y pueden detectarse durante la observación clínica (por ejemplo, enrojecimiento de la piel, caída de pelo o cabello, cataratas). Los problemas de salud de este tipo se llaman «reacciones tisulares» o «efectos deterministas» y ocurrirán solo si la dosis de radiación supera un umbral concreto (ICRP, 2012).

A pesar de que el cuerpo cuenta con mecanismos de reparación del ADN muy potentes, la exposición a la radiación también puede provocar la transformación no letal de las células. Si no se retiran las células transformadas, después de un periodo de latencia considerable (varios años o incluso varias décadas) pueden volverse malignas. Estos efectos se conocen como «efectos estocásticos». A efectos de protección radiológica, se da por hecho que existe una relación lineal entre la exposición y el riesgo a desarrollar cáncer, sin que exista un valor umbral por debajo del cual el riesgo sea cero. En base al modelo lineal sin umbral (LSU), se estima que la probabilidad de desarrollar cáncer aumenta con las dosis de radiación, incluso para pruebas radiológicas de imagen de baja dosis (Brenner et al, 2001; Brenner, 2002; Brenner et al. 2003; Brenner y Hall, 2007; Chodick et al., 2007; Johnson et al., 2014).

El riesgo de desarrollar cáncer como resultado de bajas dosis de radiación como las correspondientes a las pruebas radiológicas de imagen no se conoce con exactitud. Si bien es cierto que se puede hacer una estimación del riesgo derivado de dichas pruebas basándonos en lo anteriormente expuesto, en la actualidad se desconoce si dichos cálculos son correctos. El riesgo podría ser muy bajo y también es posible que sea más bajo de lo estimado. Si bien se mencionarán estos riesgos durante el presente documento, conviene señalar que implícitamente se sobreentiende que el riesgo es incierto, si bien no siempre se hará mención de ello. Ante la falta de conclusiones certeras en este sentido, se tiende a aplicar un enfoque basado en la precaución para garantizar que la dosis de radiación empleada para realizar el procedimiento no supere la dosis necesaria para producir una imagen de calidad adecuada para el diagnóstico.

<sup>2</sup> <http://www.snmimi.org/ClinicalPractice/PediatricTool.aspx>

**Figura 8:** Riesgo de incidencia de cáncer atribuible a lo largo de la vida en función del sexo y la edad con una única dosis de exposición completa de 10 mSv, basado en las estimaciones realizadas con la población estadounidense



Fuente: BEIR (2006)

Algunos estudios epidemiológicos sugieren que la exposición a la radiación ionizante aumenta el riesgo de padecer algunos tipos de cáncer con unos rangos de dosis en órganos de aproximadamente 50-100 mSv (Pearce et al., 2012; Matthews et al., 2013; Miglioretti et al., 2013; Boice Jr. 2015). Este rango puede alcanzarse tras varias TC. A la vista de los conocimientos actuales, y a pesar de la incertidumbre relativa a los riesgos asociados a la exposición múltiple o la acumulación de dosis, incluso las dosis de radiación de bajo nivel que se emplean en imagen diagnóstica pediátrica podría resultar en un ligero aumento del riesgo de desarrollar cáncer en el futuro (UNSCEAR, 2008; UNSCEAR, 2013).

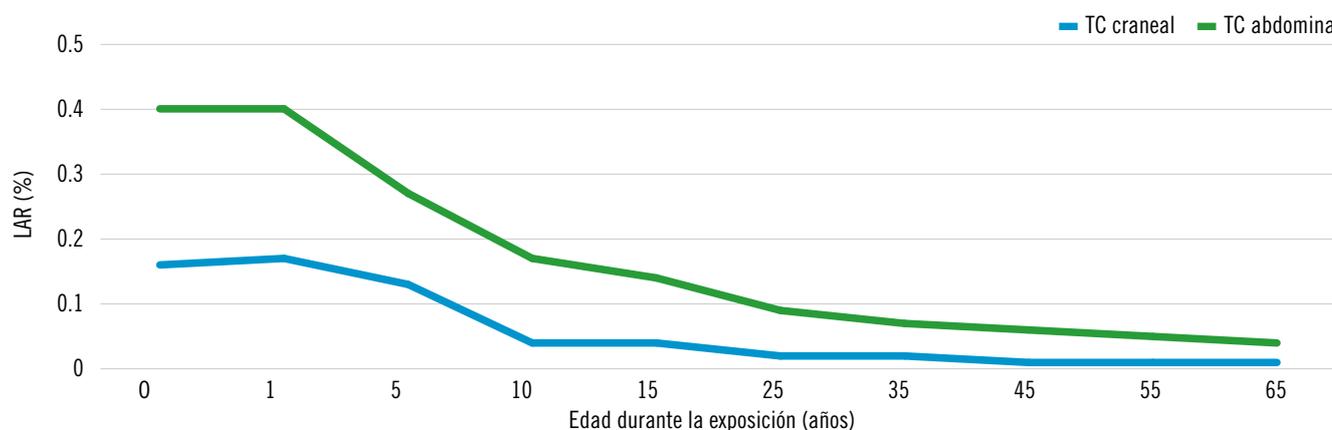
La dosis de radiación administrada durante las pruebas diagnósticas no debería causar efectos deterministas.<sup>3</sup> Sin embargo, durante las pruebas intervencionistas guiadas por imágenes se pueden administrar dosis lo suficientemente altas como para causar efectos deterministas como lesiones cutáneas en algunos pacientes, principalmente en adultos y adolescentes de mayor tamaño. Los riesgos estocásticos son una preocupación aún mayor en imagen pediátrica, puesto que los niños son más vulnerables que los adultos al desarrollo de ciertos tipos de cáncer y tienen una esperanza de vida mayor durante la cual podrían desarrollar problemas de salud a largo plazo causados por la radiación, como podría ser el cáncer.

Todas las personas tienen probabilidad de desarrollar cáncer (incidencia) y/o morir por causa del cáncer (mortalidad) durante su vida. Esto se conoce como el «riesgo base a lo largo de la vida» (LBR, por sus siglas en inglés). El riesgo adicional de incidencia prematura o mortalidad debido al cáncer atribuible a la exposición radiológica se conoce como «riesgo atribuible a lo largo de la vida» (LAR, por sus siglas en inglés). El LAR es un valor basado en la edad y el sexo que se calcula a partir de modelos de riesgo derivados de estudios epidemiológicos (UNSCEAR, 2008; BEIR, 2006; UNSCEAR, 2013).

La **Figura 8** muestra el LAR (riesgo atribuible a lo largo de la vida) de incidencia de cáncer según el sexo y la edad durante la exposición para una única dosis de exposición completa de 10 mSv, basado en las estimaciones realizadas con la población estadounidense (BEIR, 2006). Esta figura ilustra que el riesgo de cáncer resultante de la exposición a radiaciones es mayor en niños en comparación con los adultos, siendo los bebés quienes más riesgo presentan. También muestra que el riesgo de cáncer asociado a la exposición a radiaciones es inferior en los hombres respecto de las mujeres. Para una mejor comprensión de las cifras en el eje Y cabe mencionar que un LAR del 0,2% conlleva una probabilidad de 2 entre 1.000, lo que equivale a un riesgo de 1 niño de cada 500.

<sup>3</sup>. Sin incluir sobreexposiciones no intencionadas o accidentales.

**Figura 9:** Riesgo atribuible a lo largo de la vida de incidencia de cáncer asociado a la exposición a radiaciones durante TC craneales y abdominales, en función de la edad durante la exposición, elaborado a partir del promedio por sexo



La dosis completa de 10 mSv utilizada en la **Figura 8** fue elegida de forma arbitraria a título de ejemplo para presentar los valores de LAR específicos de cada franja de edad y cada sexo. Esta dosis es considerablemente superior a las dosis efectivas habituales en las pruebas radiológicas de imagen diagnóstica (ver **Tabla 4**). Asimismo, en cuanto a los riesgos radiológicos asociados a la exposición en pruebas médicas, es más adecuado medir la cantidad de la dosis en el órgano (en lugar de la dosis efectiva). La **Figura 9** muestra los valores de LAR en base al promedio por sexos de incidencia de cáncer asociado a las TC craneales y abdominales realizadas en distintas edades, en base a las estimaciones de dosis de órgano habituales en 16 órganos distintos<sup>4</sup> (Bushberg JT, University of California, Davis School of Medicine, Sacramento, EE.UU., Comunicado personal del 15 de diciembre de 2015). Si se aplica el modelo LSU descrito anteriormente, y teniendo en cuenta la incertidumbre de las estimaciones de riesgo derivado de exposiciones a bajas dosis de radiación, la aplicación práctica de esta figura consistiría en la comparación de los riesgos de estas dos pruebas respecto de la edad durante la exposición. El riesgo que se ilustra en la **Figura 9** deberá compararse con un LBR (riesgo base a lo largo de la vida) alto de incidencia de cáncer (es decir, más de 1 de cada<sup>5</sup>), así como los beneficios que pudiera aportar una TC necesaria desde el punto de vista médico. Sin embargo, el problema de salud pública que nos ocupa se centra en la creciente cantidad de pacientes pediátricos sometidos a estos riesgos leves (Brody et al, 2007; UNSCEAR, 2013).

Las cifras que aparecen en la **Figura 9** pueden explicarse desde el punto de vista cuantitativo (por ejemplo, un LAR de 0,1% implica que el riesgo equivale a 1 de cada 1.000). Sería más fácil explicar los niveles de riesgo utilizando un enfoque cualitativo, como se muestra en las **Tablas 5-8**. La **Tabla 5** proporciona ejemplos cualitativos de los niveles de mortalidad por cáncer y la **Tabla 6** muestra la incidencia de riesgo de cáncer. A efectos ilustrativos, ambas tablas comparan los niveles de riesgos adicionales (que se presentan bajo el epígrafe LAR) con el LBR de mortalidad e incidencia de cáncer respectivamente.

Recientemente, Johnson y colab. calcularon el LAR de incidencia de cáncer de algunas pruebas radiológicas específicas en niños utilizando los datos del informe BEIR VII entre la población estadounidense

<sup>4</sup>. Se tomaron en consideración los 16 grupos de dosis de órganos que siguen: cavidad bucal y faringe, esófago, estómago, colon, hígado, vesícula, páncreas, pulmón, mama, ovario, útero/próstata, vejiga, riñón, sistema nervioso, tiroides y médula. Los datos recabados del Advanced Laboratory for Radiation Dosimetry Studies, College of Engineering, University of Florida, utilizando 89 espectros de referencia de la ICRP (para más información, consultar <http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2089>). Los protocolos de realización de pruebas determinados a partir de los protocolos estándar para TC de la University of Florida y las directrices de Image Gently. Riesgo calculado utilizando la Herramienta de Evaluación de Riesgos de Radiación del National Cancer Institute (RadRAT).

<sup>5</sup>. Por ejemplo, en EE. UU. se estimó un riesgo base a lo largo de la vida de cáncer de 46,3% en hombres y de 37,5% en mujeres. La media entre ambos sexos ascendía a 41,9% (BEIR, 2006).

(Johnson et al., 2014). Algunos de los resultados de este estudio figuran en la **Tabla 7** en términos de riesgos de incidencia de cáncer adicionales según la edad y el sexo asociados con dichas pruebas, comparados con el LBR de incidencia de cáncer. La **Tabla 8** proporciona una presentación desde el punto de vista cualitativo del riesgo de incidencia de cáncer para algunas pruebas pediátricas habituales en tres franjas de edad de pacientes pediátricos, teniendo en cuenta los datos que se proporcionan en este capítulo.

### 1.2.3 Susceptibilidad a las radiaciones ionizantes en niños: consideraciones únicas

El riesgo de radiación para la salud humana ha sido objeto de mucha investigación y debate. La exposición a dosis de radiación bajas, como las administradas a pacientes durante procedimientos de diagnóstico, suponen un riesgo, que aunque pequeño, de inducción de cáncer años o décadas después del procedimiento (UNSCEAR, 2008). Los beneficios para los pacientes, superan considerablemente los riesgos por radiación cuando los procedimientos se prescriben y se realizan apropiadamente.

**Tabla 5.** Ejemplos cualitativos a efectos de comunicación de los distintos niveles de riesgo de mortalidad por cáncer en comparación con el riesgo base de mortalidad por cáncer a lo largo de la vida.

Clasificación del riesgo	Nivel aproximado de riesgo adicional de muerte por cáncer	Probabilidad de muerte por cáncer en la población general (% LBR) <sup>a</sup>	Probabilidad de muerte por cáncer en la población general añadiendo este nivel adicional de riesgo (% LBR + % LAR)
Insignificante	<1 en 1.000.000	20	20.00
Mínimo	Entre 1 en 1.000.000 y 1 en 100.000	20	20.00
Muy bajo	Entre 1 en 100.000 y 1 en 10.000	20	20.01
Bajo	Entre 1 en 10.000 y 1 en 1.000	20	20.10
Moderado	Entre 1 en 1.000 y 1 en 500	20	20.20

<sup>a</sup> El 20% que figura en esta columna es un valor promedio de ambos sexos redondeado del LBR de mortalidad por cáncer debida a leucemia y cáncer sólido elaborado a partir de BEIR VII Tabla 12-4 (BEIR, 2006).

**Tabla 6.** Ejemplos cualitativos a efectos de comunicación de los distintos niveles de riesgo de mortalidad por cáncer en comparación con el riesgo base de incidencia de cáncer a lo largo de la vida.

Clasificación del riesgo	Nivel aproximado de riesgo adicional de incidencia de cáncer	Probabilidad de incidencia de cáncer en la población general (% LBR) <sup>a</sup>	Probabilidad de incidencia de cáncer en la población general añadiendo este nivel adicional de riesgo (% LBR + % LAR)
Insignificante	<1 en 500.000	42	42.00
Mínimo	Entre 1 en 500.000 y 1 en 50.000	42	42.00
Muy bajo	Entre 1 en 50.000 y 1 en 5.000	42	42.02
Bajo	Entre 1 en 5.000 y 1 en 500	42	42.25
Moderado	Entre 1 en 500 y 1 en 20	42	42.50

<sup>a</sup> El 42% que figura en esta columna es un valor promedio de ambos sexos redondeado del LBR de mortalidad por cáncer debida a leucemia o cáncer sólido elaborado a partir de BEIR VII Tabla 12-4 (BEIR, 2006).

**Tabla 7.** Riesgo de incidencia de cáncer adicional asociado a pruebas radiológicas en niños en comparación con el riesgo de cáncer base según promedio de franjas de edad y sexo

Clasificación del riesgo	Probabilidad de incidencia de cáncer en la población general (% LBR)	Probabilidad de incidencia de cáncer en la población general añadiendo este nivel adicional de riesgo (% LBR + % LAR)	Clasificación del riesgo propuesta
Cateterismo terapéutico	42	42.36	Moderado
Cateterismo diagnóstico	42	42.25	Bajo <sup>a</sup>
Angiografía por TC craneal	42	42.16	Bajo
TC torácica	42	42.15	Bajo
TC abdominal	42	42.12	Bajo
Angiografía por TC abdominal	42	42.12	Bajo
TC pélvica	42	42.10	Bajo
TC craneal	42	42.06	Bajo
Esofagografía	42	42.05	Bajo
Enema de bario	42	42.04	Bajo
Estudio de perfusión pulmonar	42	42.04	Bajo
Inserción de tubo de fluoroscopia	42	42.04	Bajo
PA y lateral torácica	42	42.00	Insignificante

<sup>a</sup> En los casos de riesgo bajo a moderado conviene tener en cuenta la edad del paciente durante el diálogo acerca de los riesgos y los beneficios. PA, posteroanterior.

Fuente: Datos de la población estadounidense, adaptado de Johnson et al. (2014), con autorización.

**Tabla 8.** Presentación cualitativa de riesgos propuesta en tres franjas de edad para algunas pruebas pediátricas comunes basadas en los datos dispuestos en este capítulo

Prueba	1 año de edad	5 años de edad	10 años de edad
Dental intraoral	NA	Insignificante	Insignificante
Radiografía torácica	Insignificante	Insignificante	Insignificante
TC craneal	Bajo	Bajo	Bajo
TC torácica	Bajo	Bajo	Bajo
TC abdominal	Moderado	Bajo	Bajo
FDG PET TC	Moderado	Moderado	Moderado

NA, no aplicable; FDG, fludesoxiglucosa; PET, tomografía por emisión de positrones.

Respecto de lo anterior, se ha puesto especial atención en el estudio de los pacientes pediátricos, puesto que suelen considerarse particularmente vulnerables a las amenazas del entorno. De hecho, en lo que respecta a algunos tipos de tumores, los niños son más sensibles a la exposición a la radiación que los adultos. Esta mayor sensibilidad varía con la edad, de modo que el riesgo es mayor para los niños de corta edad (UNSCEAR, 2013). Algunos estudios científicos han demostrado que la aparición de tumores radioinducidos en niños varía más que en los adultos y depende del tipo de tumor y del sexo del niño, así como la edad en el momento de la exposición. Estos estudios acerca de las diferencias de radiosensibilidad en niños y adultos han revelado que los niños son más proclives a desarrollar cáncer de tiroides, tumores cerebrales, cáncer de piel, cáncer de mama o leucemia (UNSCEAR, 2013). La mayor parte de las fuentes consideran los datos disponibles insuficientes para determinar si los niños son o no son más sensibles a estos tipos de cáncer (UNSCEAR, 2013).

El Life Span Study (estudio sobre la esperanza de vida) realizado entre los supervivientes a las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki reveló un mayor riesgo de cáncer entre las personas expuestas a las

bombas a edades tempranas que aquellos de mayor edad. El riesgo es aproximadamente el doble en las exposiciones a los 10 años que a los 40. Los niños menores de 10 años son particularmente susceptibles a la radiación (Double, 2011). El Life Span Study y otros estudios han demostrado también que las mujeres sometidas a exposiciones a temprana edad (<20 años de edad) tienen el doble de probabilidades de desarrollar cáncer de mama en el futuro en comparación con las mujeres expuestas en la edad adulta. De hecho, los niños son más proclives que los adultos a desarrollar la mayoría de los tipos de cáncer tras haber estado expuestos a radiaciones, pero la enfermedad no aparece hasta años después cuando alcanzan una edad en la que los tumores son evidentes (UNSCEAR, 2013).

Existen algunos trastornos genéticos que hacen a los niños más vulnerables a la radiación ionizante, lo cual desencadena una hipersensibilidad a la exposición a la radiación y mayor riesgo de cáncer. Aunque solo existe un pequeño porcentaje de personas «hipersensibles» a la radiación, los profesionales sanitarios que solicitan pruebas radiológicas o utilizan radiación en pacientes pediátricos deberán conocer estos trastornos que incluyen, por ejemplo, la ataxia-telangiectasia, el síndrome de rotura de Nijmegen y la anemia de Fanconi. Otras enfermedades asociadas a ciertos niveles de radiosensibilidad son la esclerosis sistémica, el síndrome de Behçet y el síndrome de Down. Los pacientes pediátricos oncológicos con antecedentes familiares de cáncer también están predispuestos a sufrir un segundo cáncer radioinducido e hipersensibilidad a la radiación clínica (Bourguignon et al., 2005).

Deben tenerse en cuenta cuatro aspectos importantes a la hora de realizar pruebas de imagen en niños:

1. Los niños son más vulnerables que los adultos a algunos tipos de cáncer radioinducidos; para otros todavía no existe suficiente información al respecto (UNSCEAR, 2013). La percepción general de que los niños son más vulnerables a la radiación que los adultos tan solo es parcialmente cierta. La susceptibilidad de los niños al cáncer radioinducido ha sido un asunto de interés durante más de medio siglo. Las revisiones recientes de las investigaciones sugieren que (en general) los niños podrían ser entre dos y tres veces más sensibles a la radiación que los adultos.<sup>6</sup>
2. El cáncer relacionado con la exposición radiológica durante la infancia resulta de media en más años de vida perdidos que durante la edad adulta. Los niños tienen una mayor esperanza de vida, lo que implica un mayor periodo temporal para manifestar problemas de salud radioinducidos a largo plazo.
3. El cáncer radioinducido podría presentar un periodo de latencia largo que varía según el tipo de malignidad y la dosis recibida. El periodo de latencia de la leucemia infantil suele ser inferior a cinco años, mientras que el periodo de latencia de algunos tumores sólidos puede medirse en décadas.
4. En la obtención de imágenes diagnósticas en niños pequeños y bebés, un fallo en el ajuste de los parámetros/configuración de la exposición que se usa para adultos o niños de mayor edad puede dar como resultado una dosis mucho mayor de lo necesario (Frush, Donnelly y Rosen, 2003; Frush y Applegate, 2004; Brody et al., 2007). Estas dosis más altas de lo requerido (y que por tanto conllevan más riesgos) pueden reducirse considerablemente sin afectar a la calidad de la imagen (optimización de la protección).

El valor clínico de las imágenes diagnósticas obtenidas por radiación es incuestionable en el diagnóstico de enfermedades y lesiones pediátricas. Existen múltiples oportunidades de reducir la dosis de radiación sin pérdida de información pertinente para el diagnóstico. Incluso cuando los riesgos de radiación son bajos, la protección radiológica en imagen pediátrica constituye un problema de salud pública debido al gran volumen de pacientes pediátricos expuestos a estos riesgos.

<sup>6</sup> Aunque las investigaciones científicas acerca de los problemas de salud tardíos derivados de la exposición a bajas dosis de radiación relacionan el cáncer a la misma, algunos estudios sugieren un mayor riesgo de problemas de salud no oncológicos, como enfermedades cardiovasculares. Es necesario seguir investigando para confirmar la existencia de una asociación causal (ICRP, 2012; UNSCEAR, 2013).



# Capítulo 2: Conceptos y principios de la protección radiológica

Las nuevas tecnologías de la salud y los nuevos dispositivos médicos que utilizan radiación ionizante han supuesto un gran avance en el proceso de diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades en humanos. Sin embargo, un uso inadecuado o inexperto de estos dispositivos y estas tecnologías puede dar pie a exposiciones innecesarias o accidentales y, por extensión, a riesgos para la salud de los pacientes y el personal involucrado. A la hora de establecer un diálogo sobre los riesgos y beneficios del radiodiagnóstico pediátrico, es importante comunicar que es posible controlar los riesgos y aprovechar al máximo los beneficios seleccionando la prueba adecuada y utilizando métodos que reduzcan la exposición del paciente sin reducir la eficacia clínica.

El **Apartado 2.1** presenta algunos conceptos y principios de la protección radiológica y explica cómo se aplican al radiodiagnóstico pediátrico.

El **Apartado 2.2** resume los factores clave para establecer y mantener una cultura de seguridad ante la radiación en el entorno sanitario con el fin de mejorar las prácticas actuales.

# 2. Conceptos y principios de la protección radiológica

## 2.1 El uso adecuado de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico

### 2.1.1 Fundamentos de la protección radiológica en el entorno sanitario

#### 2.1.1.1 Fundamentos de la protección radiológica en el entorno sanitario

Las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (las «NBS») establecen responsabilidades concretas para los profesionales sanitarios en relación con la protección radiológica y la seguridad en las exposiciones en entornos médicos (NBS, 2014). Las NBS definen al profesional sanitario o profesional de la salud como un «individuo oficialmente autorizado, previas las formalidades nacionales apropiadas, para ejercer una profesión relacionada con la salud (p.ej. la medicina<sup>1</sup>, odontología, quinesioterapia, pediatría, cuidado de enfermos, física médica, tecnología de la radiación<sup>2</sup>, radiofarmacia, salud ocupacional, etc.)»

Las NBS definen al médico que realiza procedimientos radiológicos (MRP), como un «profesional sanitario, que ha recibido formación y capacitación especializadas en los usos médicos de las radiaciones, competente para realizar de forma independiente o supervisar procedimientos que implican la exposición médica en una especialidad dada» (NBS, 2014). Además es responsable de la protección radiológica y la seguridad de los pacientes. Mientras que en algunos países existen mecanismos oficiales de acreditación, certificación o registro de estos profesionales, otros países todavía tienen que valorar la educación, la formación y las competencias pertinentes en función de las normas nacionales o internacionales.

En el contexto del presente documento, el término MRP (médico que realiza procedimientos radiológicos) se utilizará de forma genérica para hacer referencia al amplio grupo de profesionales que pueden realizar procedimientos médicos radiológicos (es decir, tal y como se define en las NBS) y se utilizarán términos más específicos (por ejemplo, «radiólogo»<sup>3</sup> cuando resulte conveniente). El concepto de MRP engloba principalmente a las especialidades médicas clásicas que utilizan radiación ionizante en el ámbito sanitario: radiología diagnóstica, radiología intervencionista (procedimientos guiados por imágenes), oncología radioterápica y medicina nuclear. Sin embargo, en algunos casos, el ámbito de especialización de los MRP podría ser menos amplio, como en el caso de los dentistas, los quiroprácticos o los podólogos. Del mismo modo, para la realización de diagnósticos por imagen y/o procedimientos guiados por imágenes, los cardiólogos, urólogos, gastroenterólogos, cirujanos ortopédicos y neurólogos también

1. Incluyendo a los facultativos médicos y a los asistentes sanitarios.

2. Incluye a los técnicos en radiodiagnóstico y otros especialistas en que trabajen en el ámbito de la radiología diagnóstica, la radiología intervencionista y la medicina nuclear.

3. En el contexto de este documento, el término «radiólogo» se empleará de forma genérica de modo que englobe la radiología diagnóstica y/o la intervencionista. En algunos países, la radiología diagnóstica y la radiología intervencionista se consideran disciplinas independientes y cada una de ellas tiene un programa de residentes distinto y un consejo de acreditación independiente.

pueden utilizar la radiología de forma muy especializada. De hecho, en algunos países, los facultativos médicos realizan y/o interpretan las pruebas radiológicas convencionales como las radiografías de tórax.

En el contexto de este documento, un «médico prescriptor» es un profesional sanitario que deriva a los pacientes a un médico especialista para la realización de pruebas de diagnóstico por imagen. Para la realización de pruebas radiológicas de imagen en pacientes pediátricos, los profesionales sanitarios que con mayor frecuencia remiten a los pacientes son los pediatras y los médicos de familia o de cabecera. Los médicos de urgencias, los facultativos con subespecialidades pediátricas, los asistentes sanitarios y otros profesionales sanitarios también pueden solicitar pruebas de imagen en pacientes pediátricos durante el ejercicio de sus tareas profesionales. En última instancia, cualquier especialista médico podría necesitar que un niño se someta a una prueba de imagen y, en dichas circunstancias, se le considerará un «médico prescriptor remitente». Con frecuencia, el médico prescriptor remitente y el médico realizador de procedimientos radiológicos son personas distintas. Sin embargo, es posible que en algunos casos la misma persona desempeñe ambos papeles, lo que suele conocerse como *autoderivación*. Por ejemplo, los dentistas deciden si conviene realizar una radiografía, interpretan las imágenes y, en muchos países, llevan a cabo el procedimiento correspondiente.

El personal de un departamento de diagnóstico por imagen suele incluir un equipo multidisciplinar que incluye radiólogos, técnicos /auxiliares especialistas en física médica y personal de enfermería.

### 2.1.1.2 Principios de la protección radiológica en medicina

Aunque los riesgos individuales asociados a la exposición a la radiación resultante de las pruebas de radiodiagnóstico suele ser bajo y los beneficios considerables, la creciente cantidad de pacientes que se someten a radiación se ha convertido en un problema de salud pública. La justificación y la optimización son los dos principios fundamentales de la protección radiológica en la exposición médica<sup>4</sup>, tal y como se explica a continuación:

1. Las exposiciones médicas deberán justificarse mediante la valoración del diagnóstico o los beneficios terapéuticos esperables y los potenciales daños derivados de la radiación, teniendo en cuenta los beneficios y los riesgos de las técnicas alternativas disponibles que no impliquen ninguna exposición a radiación ionizante. Deberá esperarse que el proceso aporte más beneficios que daños.
2. El principio de justificación se aplica en tres niveles en el ámbito médico (ICRP, 2007a), que figuran a continuación:
  - En el primer nivel, el uso adecuado de radiación en el ámbito médico está aceptado puesto que aporta más beneficios que daños.
  - En el segundo nivel, un procedimiento específico está justificado para un grupo de pacientes que muestran síntomas relevantes o para un grupo de personas en riesgo de sufrir una enfermedad que sea posible detectar y tratar.
  - En el tercer nivel, la aplicación de un procedimiento específico a un paciente individual está justificada si esa aplicación se considera que aportará más beneficios que daños al paciente.
3. La justificación de un procedimiento médico radiológico en concreto suele venir recomendada por las autoridades sanitarias y las asociaciones profesionales en el ámbito nacional (por ejemplo, recomendación para realizar una prueba a un grupo en riesgo de sufrir una enfermedad concreta).<sup>5</sup>
4. La responsabilidad de justificar un procedimiento<sup>6</sup> recae directamente sobre los profesionales implicados en el proceso de atención sanitaria (médicos prescriptores, MRPs). Las directrices

<sup>4</sup> Aunque el sistema de protección radiológica se base en tres principios (justificación, optimización y límite de dosis), en el caso de las exposiciones médicas, los límites de dosis no son aplicables porque podrían reducir la eficacia del diagnóstico o el tratamiento del paciente, de modo que resultarían más perjudiciales que beneficiosas.

<sup>5</sup> Esto se conoce como «justificación genérica» (nivel 2)

<sup>6</sup> Esto se conoce como «justificación individual» (nivel 3)

o guías de referencia para la derivación al diagnóstico por imagen, ayudan a los profesionales sanitarios a tomar decisiones informadas mediante herramientas de toma de decisiones clínicas, creadas a partir de criterios empíricos (ver apartado 2.1.2. para más información). La justificación de un examen debe basarse en la evaluación profesional de toda la información del paciente, la cual incluye: el historial clínico relevante, imágenes previas, la información laboratorial y sobre los tratamientos.

5. Cuando resulten adecuados y estén disponibles, es preferible utilizar medios de obtención de imágenes que no utilicen radiación ionizante, por ejemplo, ecografías (ultrasonidos) o la resonancia magnética (ondas electromagnéticas y de radiofrecuencia), particularmente en niños y embarazadas (y más concretamente cuando pueda producirse exposición directa del feto durante la obtención de imágenes abdominales o pélvicas). También cabe plantearse la posibilidad de posponer el proceso de diagnóstico para más adelante, cuando la enfermedad o afección del paciente pueda haber cambiado. La decisión final también puede verse afectada por criterios económicos, experiencias previas, disponibilidad de recursos y/o preferencias del paciente.

## Cuadro 2.1. Posibles motivos por los que se realizan pruebas inadecuadas con radiación ionizante en niños

- Desconocimiento de las dosis de radiación y los riesgos asociados
- Directrices de derivación de pacientes o de criterios de idoneidad para la realización de pruebas de imagen no disponibles o ignorados
- Justificación debida a información clínica insuficiente, incorrecta o confusa
- Falta de seguridad en el diagnóstico clínico o dependencia de procedimientos de imagen
- Petición del cliente (expectativa del paciente o su familia)
- Autoderivación, incluyendo la solicitud de estudios de imagen adicionales que no resultan adecuados
- Preocupación por pleitos por negligencia médica (medicina defensiva)
- Presión para promover y comercializar una tecnología sofisticada
- Ausencia de diálogo/consulta entre médicos prescriptores y radiólogos
- No se han planteado o no se conocen otras modalidades de obtención de imágenes más adecuadas que no utilicen radiación ionizante (por ejemplo, ecografía o RM, cuando proceda)
- Pruebas demasiado frecuentes o innecesarias
- Presión por parte de los médicos prescriptores u otros especialistas
- Actuación en base a experiencias personales o anecdóticas no contrastadas con casos médicos empíricos
- Presión por obtener buenos resultados (por ejemplo, hacer que los pacientes en el servicio de urgencias mejoren lo más rápido posible)
- Falta de recursos, de conocimiento o de equipo para la realización de pruebas de imagen alternativas (por ejemplo, la posibilidad de realizar ecografías fuera del horario habitual de trabajo)
- Recomendaciones de seguimiento con imágenes inadecuadas por parte de informes de expertos en diagnóstico por imagen.

## Cuadro 2.2. La medicina defensiva: un potente motor

El término «medicina defensiva» se utiliza para hacer referencia a una desviación de la práctica médica habitual con el fin de reducir o evitar quejas o críticas. Los médicos pueden responder a las amenazas subjetivas de pleitos o litigios solicitando más pruebas, algunas de las cuales podrían estar incluidas en las directrices clínicas, mientras que otras pueden resultar perjudiciales y superfluas. A título enunciativo, a continuación se proporciona un resumen de los resultados de la Encuesta de Medicina Defensiva realizada en el Estado de Massachusetts (<http://www.massmed.org/defensivemedicine/>):

- 3.650 facultativos participaron en la encuesta entre 2007 y 2008
- El 83% afirmó que practicaba medicina defensiva
- Su comportamiento defensivo en el ámbito clínico implicaba el uso excesivo de:
  - Radiografías simples: 22%
  - TC: 33% entre los médicos de urgencias y ginecólogos y obstetras, y 20% en otras especialidades

En el ámbito del sistema de protección radiológica, la optimización implica mantener las dosis tan bajas como sea razonablemente posible (*as low as reasonable achievable*, ALARA). En imagen médica, el principio ALARA implica administrar la dosis más baja posible que permita obtener imágenes para un diagnóstico adecuado, que también pueden describirse como «dosis radiológicas proporcionales al propósito médico» (ICRP, 2007a y 2007b).

### 2.1.2 Justificación e idoneidad de los procedimientos

La forma más eficaz de reducir la dosis de radiación asociada al radiodiagnóstico pediátrico es reducir la cantidad de procedimientos o, preferiblemente, prescindir de aquellos que sean innecesarios o inadecuados.

La justificación de un procedimiento por parte del médico prescriptor y del médico realizador del procedimiento radiológico (ver apartado 2.1.1) es una medida fundamental a la hora de evitar dosis de radiación innecesarias antes de que un paciente se someta a una prueba de imagen. La mayor parte de las pruebas radiológicas están justificadas; sin embargo, en algunos casos, una evaluación clínica o una modalidad de imagen médica que no utilice radiación ionizante podrían proporcionar diagnósticos precisos y evitar el uso de rayos X. Por ejemplo, aunque el uso de una TC pueda estar justificado para estudiar el dolor abdominal en niños, es más adecuado realizar una ecografía (ver Figuras 10, 11 y 12).

#### 2.1.2.1 Procedimientos innecesarios

El uso excesivo de radiación provoca riesgos evitables y puede contribuir a la aparición de problemas de salud. En algunos países, la eficacia de una parte considerable de las pruebas radiológicas que se realizan (más del 30%) es dudosa y podría no suponer ningún beneficio para la atención sanitaria (Hadley, Agola y Wong, 2006; Oikarinen et al., 2009). Los Cuadros 2.1 y 2.2 muestran algunos de los posibles motivos de que se haga un uso inadecuado de la radiación en el ámbito del radiodiagnóstico médico.

Todavía se desconoce la magnitud real de los riesgos no justificados provocados por el uso de radiación en imagen pediátrica. Por ejemplo, se ha estimado que todos los años se realizan hasta 20 millones de TC en adultos y más de un millón de TC pediátricas innecesarias en Estados Unidos (Brenner y Hall, 2007).

Figura 10: Directrices del Royal College of Radiologist relativas al dolor abdominal en niños

Investigation	Dose	Recommendation (Grade)	Comment
US	None	Indicated [B]	There are many causes of acute abdominal pain. US is a useful first investigation but needs to be guided by clinical findings.
AVR	☠	Specialised investigation [C]	AVR is rarely of value and is best performed under specialist guidance. Generally AVR is not undertaken before US.
CT	☠☠☠	Specialised investigation [D]	Although CT is more sensitive than US for the diagnosis of appendicitis, specifics are similar and the strategy for imaging should take into account radiation dose and clinical features.
MRI	None	Indicated only in specific circumstances [B]	Following abdominal US, when TVUS is not feasible, MRI is occasionally helpful for evaluating pelvic masses in girls.

Fuente: RCR (2012), reproducido con autorización del Real Colegio de Radiólogos.

**Figura 11:** Directrices del American College of Radiology's Appropriateness Criteria® (Criterios de idoneidad del Colegio Americano de Radiología) para abordar el dolor en el cuadrante inferior derecho en niños

**Variante 4: Fiebre, leucocitosis, posible apendicitis, presentación atípica en niños (menores de 14 años)**

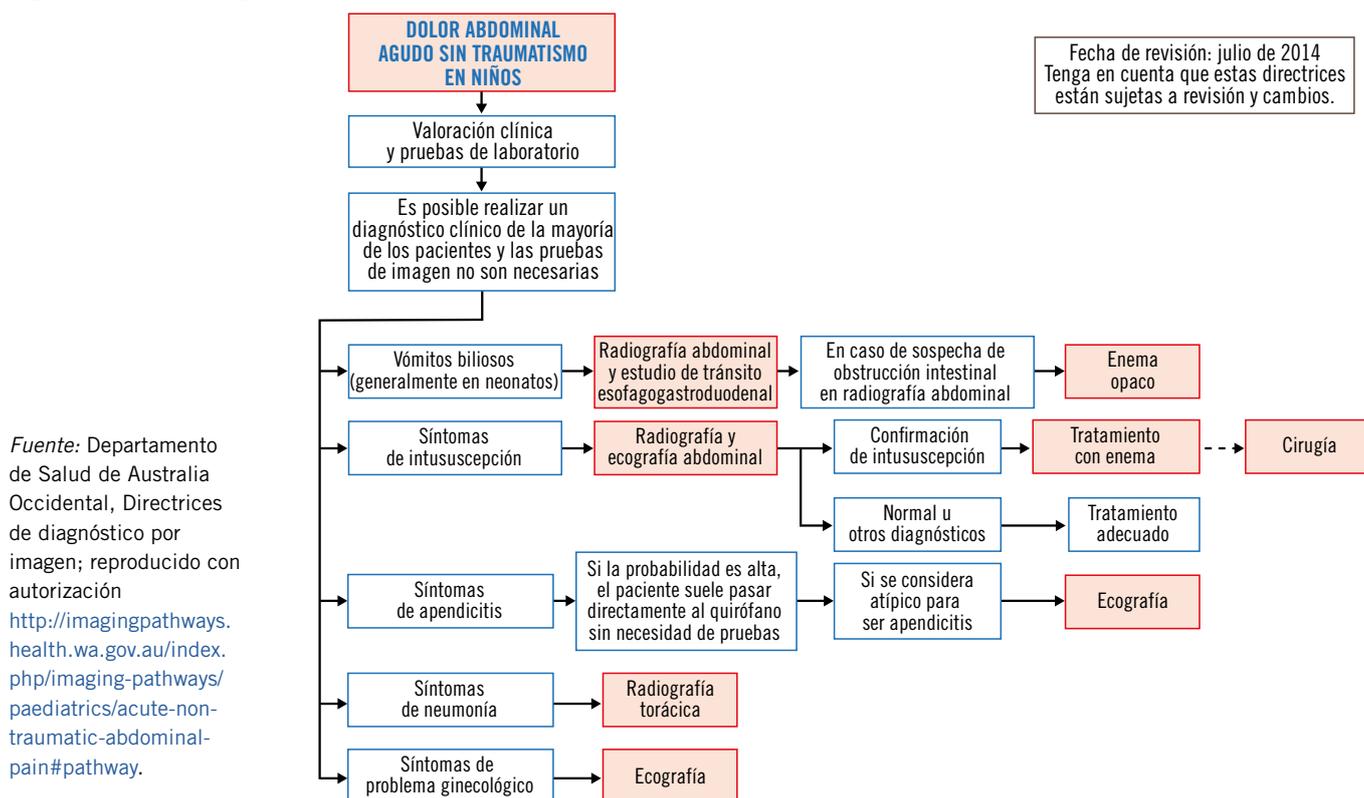
Prueba radiológica	Clasificación	Comentarios	RRL*
Ecografía abdomen cuadrante inferior derecho	8	Con compresión graduada	○
TC abdominal y pélvica con contraste	7	Puede resultar útil después de una ecografía negativa o equívoca. El uso de contraste oral o rectal depende de las preferencias institucionales. Plantear TC limitada en cuadrante inferior derecho.	☢☢☢ ☢☢☢
Radiografía abdominal	6	Puede resultar útil para excluir aire libre u obstrucción.	☢☢☢
Ecografía pélvica	5		○
TC abdominal y pélvica sin contraste	5	El uso de contraste oral o rectal depende de las preferencias institucionales. Plantear TC limitada en cuadrante inferior derecho.	☢☢☢ ☢☢☢
RM abdominal y pélvica con y sin contraste	5	Consultar texto sobre contraste debajo de «Excepciones anticipadas».	○
TC abdominal y pélvica con y sin contraste	4	El uso de contraste oral o rectal depende de las preferencias institucionales. Plantear TC limitada en cuadrante inferior derecho.	☢☢☢ ☢☢☢
RM abdominal y pélvica sin contraste	4		○
Enema opaco	3		☢☢☢ ☢☢☢
Gammagrafía de leucocitos abdominal y pélvica Tc-99m	2		☢☢☢ ☢☢☢

Escala de clasificación: 1,2,3 Generalmente inadecuado; 4,5,6 Puede ser adecuado; 7,8,9 Suele ser adecuado.

\*Nivel Relativo de Radiación

Fuente: ACR (2015); reproducido con autorización del Colegio Americano de Radiólogos.

**Figura 12:** Ruta diagnóstica en Australia Occidental para dolor abdominal en niños.



Fuente: Departamento de Salud de Australia Occidental, Directrices de diagnóstico por imagen; reproducido con autorización <http://imagingpathways.health.wa.gov.au/index.php/imaging-pathways/paediatrics/acute-non-traumatic-abdominal-pain#pathway>.

Fecha de revisión: julio de 2014  
Tenga en cuenta que estas directrices están sujetas a revisión y cambios.

La duplicación de pruebas diagnósticas por imagen ya realizadas en otras instalaciones sanitarias representa un porcentaje considerable de estas pruebas innecesarias. A fin de evitar esta repetición, debe recabarse previamente la suficiente información (incluyendo imágenes e informes médicos) con suficiente detalle y estos deben estar disponibles para los profesionales sanitarios, es decir, en el centro de atención médica. De este modo, se contribuye a la creación de un historial médico individual del paciente. Los métodos utilizados para trazar la exposición a radiación incluyen informes en papel (por ejemplo, documentos donde se indique la dosis) así como informes digitales (fichas del paciente y software especializado) (Seuri et al., 2013; Rehani et al., 2012).

### 2.1.2.2 Elección del procedimiento adecuado

A la hora de elegir un procedimiento de imagen que utilice radiación ionizante, conviene plantearse seriamente el balance beneficio-riesgo. Además de la eficacia, conviene tener en cuenta otros aspectos como la seguridad, los costes, la experiencia en el centro, la disponibilidad de recursos, la accesibilidad y las necesidades y valores del paciente.

Disponer de información clínica suficiente permite al médico prescriptor remitente y al radiólogo o al médico de medicina nuclear elegir el procedimiento más útil. La imagen médica es práctica si su resultado, ya sea positivo o negativo, tiene un impacto positivo en la atención al paciente o confirma el diagnóstico. También conviene tener en cuenta que estas pruebas a menudo dan sensación de seguridad a los implicados (el paciente, la familia o los cuidadores).

### 2.1.2.3 Directrices para la derivación a diagnóstico por imagen

Ante un cuadro clínico, el médico prescriptor remitente toma una decisión sobre cuál es la mejor práctica médica. Sin embargo, la complejidad y los rápidos avances en imagen médica complican la tarea de los médicos prescriptores a la hora de seguir los cambios en los niveles contrastados de atención médica. Las asociaciones profesionales, de la mano de los ministerios de sanidad nacionales, suelen ser quienes proporcionan las directrices para justificar la realización de pruebas.

Estas directrices para la derivación de pacientes a pruebas diagnósticas facilitan la justificación proporcionando recomendaciones contrastadas para aportar información a las decisiones de los médicos prescriptores y los radiólogos, así como a los pacientes y cuidadores, de modo que puedan solicitar la prueba más adecuada (Perez, 2015). Los criterios *ACR Appropriateness Criteria*<sup>7</sup>, las directrices RCR iRefer: “*Making the best use of clinical radiology*”<sup>8</sup> y las *Western Australian Diagnostic Imaging Pathways*<sup>9</sup> (Rutas para la derivación de pacientes a imagen diagnóstica en Australia Occidental) son ejemplos de directrices relativas a la prescripción de estas pruebas (ACR, 2015; RCR, 2012). Las directrices contrastadas para la derivación a imagen diagnóstica están aceptadas a nivel global. Puesto que algunas enfermedades presentan una prevalencia similar en varias regiones, no es una sorpresa que existan directrices similares en las distintas partes del mundo (ver Figuras 10, 11 y 12).

Las directrices para la derivación al diagnóstico por imagen son recomendaciones elaboradas de forma sistemática a partir de la mejor información disponible. Estas directrices están diseñadas para orientar a los médicos prescriptores en la gestión adecuada de los pacientes, seleccionando así el procedimiento más adecuado para cada cuadro clínico. Las directrices de derivación para un uso adecuado de la imagen diagnóstica proporcionan información acerca de qué prueba de imagen en concreto es más adecuada para aportar los resultados más completos para una enfermedad, y si otra modalidad con una dosis más baja podría ser igual de eficaz o incluso más y, por tanto, más adecuada. Estas directrices podrían reducir el número de pruebas en un 20% (RCR, 1993 y 1994; Oakeshott, Kerry y Williams, 1994; Eccles et al., 2001).

7. <http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/AppCriteria/Diagnostic/RightLowerQuadrantPainSuspectedAppendicitis.pdf>

8. <http://www.rcr.ac.uk/content.aspx?PageID=995>

9. <http://www.imagingpathways.health.wa.gov.au/index.php/imaging-pathways/paediatrics/acute-non-traumatic-abdominal-pain#pathway>

Las directrices contrastadas de derivación al diagnóstico por imagen tienen en cuenta las dosis efectivas y respaldan las buenas prácticas médicas proporcionando información sobre la idoneidad de la solicitud de pruebas diagnósticas por imagen, al tiempo que proporcionan una justificación genérica (nivel 2) y ayudan a facilitar una justificación individual (nivel 3) (ver apartado 1.1.3). Se utilizan datos obtenidos a nivel global para evaluar el impacto diagnóstico y terapéutico de una prueba de imagen durante la investigación de un cuadro clínico, teniendo en cuenta las consideraciones necesarias para realizar un diagnóstico diferencial adecuado.

Las directrices de derivación al diagnóstico por imagen son recomendables, pero no obligatorias, si bien en ese caso se debería tener un buen motivo para no seguirlas. La **Tabla 9** proporciona algunos ejemplos de preguntas que, junto con el uso de las directrices de derivación a imagen, podrán ayudar al prescriptor a tomar una decisión acerca de la justificación de un procedimiento médico de imagen. En caso de duda, el médico deberá consultar a un MRP<sup>10</sup>. Se puede evaluar el uso que se hace de las directrices mediante auditorías para asegurar su cumplimiento.

**Tabla 9.** Cuestionamiento socrático<sup>a</sup> para médicos prescriptores ante la posibilidad de realizar procedimientos de radiodiagnóstico

¿Qué preguntas debe responder el médico prescriptor?	Exposiciones a radiación evitables e innecesarias
¿Se ha hecho antes?	Repetir innecesariamente pruebas que ya se han hecho
¿Lo necesito?	Llevar a cabo pruebas cuando es improbable que los resultados vayan a afectar a la atención proporcionada al paciente
¿Lo necesito ahora?	Realizar las pruebas demasiado pronto
¿Es el mejor estudio clínico?	Realizar la prueba incorrecta
¿He encontrado explicación al problema?	No proporcionar la información clínica adecuada y no realizar las preguntas adecuadas que deba responder la prueba

<sup>a</sup> Método clásico que simula el pensamiento erudito, que se ha utilizado en la formación radiológica (Zou et al., 2011)

Fuente: Adaptación de RCR (2012), con autorización del Real Colegio de Radiólogos.

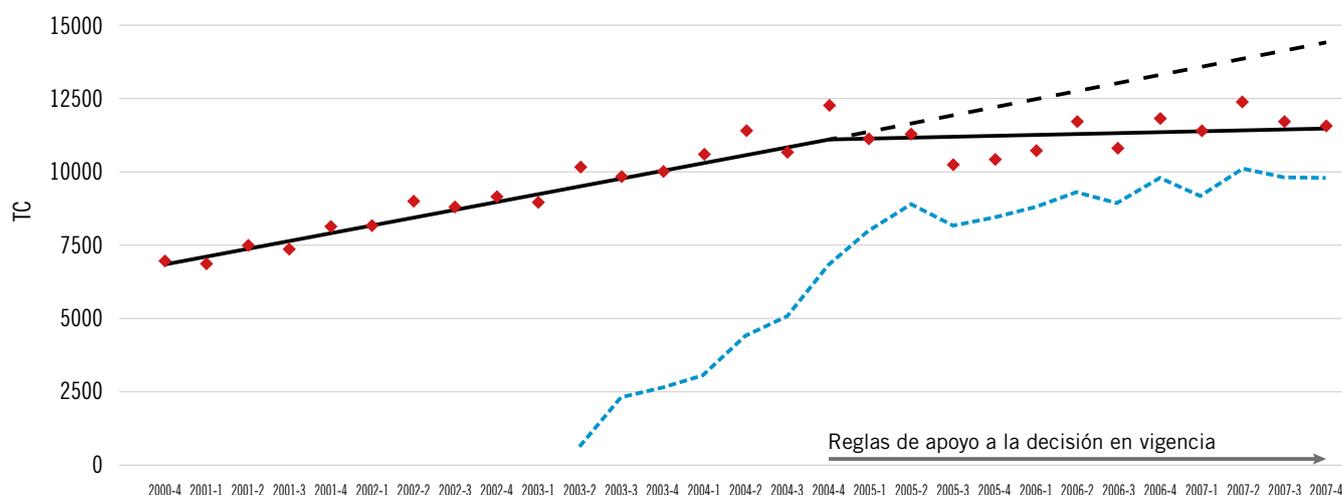
#### 2.1.2.4 Idoneidad y apoyo a la decisión clínica

Los sistemas que mejoran la idoneidad de las solicitudes de pruebas de imagen incluyen rutas diagnósticas para pacientes y sistemas informatizados para la toma de decisiones que se ponen en marcha mediante flujos de trabajo clínico y que es preferible se ejecuten a tiempo real. Para que estos sistemas tengan éxito, las recomendaciones deberán realizarse en el momento y el lugar adecuados para una toma de decisiones dinámica (Kawamoto et al., 2005). La integración de los sistemas de apoyo a la decisión clínica (SDC) en los sistemas de solicitud de pruebas radiológicas podrían frenar el ritmo de crecimiento del uso de TC. De hecho, la **Figura 13** muestra un descenso significativo en el volumen y el ritmo de crecimiento de TC tras la implantación de sistemas de soporte a la decisión clínica (Sistrom et al., 2009; Sistrom et al., 2014).

Los estudios a largo plazo demuestran que la integración de un sistema de soporte a la decisión clínica en el proceso de solicitud de pruebas radiológicas es aceptable por los profesionales sanitarios y mejora la idoneidad de las pruebas que se solicitan, particularmente en el servicio de urgencias (Raja et al., 2012). Además de los desafíos técnicos de conectividad y conexión con los sistemas radiológicos y de información clínica existentes, entre las limitaciones de los sistemas de soporte a la decisión clínica

<sup>10</sup>. Ir al Glosario para consultar la definición de este término en el contexto del presente documento. Conviene tener en cuenta que incluye no solo a los radiólogos y los especialistas en medicina nuclear, pero también a los cardiólogos intervencionistas y cualquier otro facultativo que tenga la responsabilidad de llevar a cabo un procedimiento médico radiológico.

**Figura 13:** Efecto de la implantación de un sistema de soporte a la decisión clínica en el crecimiento de los procedimientos TC<sup>a</sup>



<sup>a</sup> Diagrama de dispersión del volumen de exámenes TC en pacientes (eje y) por trimestre (eje x), representado por diamantes rojos. Los comentarios sobre la adecuación se iniciaron en el cuatrimestre 4 del 2004 y continuaron durante la duración del estudio (flecha en la esquina inferior derecha). La línea continua representa el componente lineal de la regresión con un punto de corte en el cuarto trimestre de 2004. La línea punteada muestra el crecimiento lineal proyectado sin la implantación del sistema de soporte de decisiones. La línea punteada y los círculos verde-azulados representan el número de exámenes de TC ordenados a través del sistema de entrada informático.

Fuente: Siström et al. (2009), con autorización

se encuentra un patrón de omisión de «soft stops» (paradas graduales) en el sistema de envío de solicitudes, la incapacidad de cubrir todos los cuadros clínicos y la aplicabilidad de las directrices a los pacientes individuales. Sin embargo, resulta útil disponer de estos sistemas para elaborar directrices de derivación a imagen contrastadas en el momento de la derivación y potencialmente podrían proporcionar otra información pertinente y útil, tales como la existencia de procedimientos de imagen previos.

### 2.1.3 Optimización: pruebas adaptadas al tamaño y al cuadro clínico del niño

Gracias a las técnicas de imagen avanzada, el diagnóstico por imagen se ha convertido en un elemento cada vez más importante en la evaluación clínica de los niños. La práctica de la radiología pediátrica engloba una serie de modalidades como la radiografía convencional (radiografía analógica, radiografía computarizada y radiografía digital), la fluoroscopia o radioscopía y la tomografía computarizada. Todas estas modalidades utilizan rayos X para obtener una «imagen» de la estructura anatómica a través de la cual ha pasado la radiación. Los últimos avances en tecnologías de imagen han traído muchos beneficios en la adquisición y el procesado de las imágenes. La falta de conocimiento acerca de estos avances tecnológicos podría provocar una exposición innecesaria a la radiación. Con frecuencia es posible, sin embargo, tomar medidas para reducir la dosis de radiación que reciben los niños sin que ello afecte a los beneficios diagnósticos de la prueba.

El uso de parámetros técnicos aplicables a adultos podría provocar una radiación mayor de la necesaria en niños. Las instalaciones donde los pacientes se someten a radiación deberán adaptarse a los niños de modo que se administre la menor dosis de radiación que sea necesaria para proporcionar una imagen a partir de la cual pueda obtenerse un diagnóstico certero. Esta es la idea que subyace a la consigna de la campaña Image Gently<sup>11</sup>: «One size does not fit all» (una misma talla no vale para todo).

<sup>11</sup> La campaña de Image Gently es una campaña educativa y de concienciación creada por la Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging (Alianza para la Seguridad Radiológica en Radiodiagnóstico Pediátrico). Para más información, consultar <http://imagegently.org>

### 2.1.3.1 Optimización de la protección radiológica<sup>12</sup> en radiología pediátrica

Existen multitud de oportunidades para reducir la dosis de radiación en radiología pediátrica. El diálogo y la colaboración entre todas las partes implicadas en el proceso de atención médica pueden ayudar a identificar y aprovechar estas oportunidades. Una comunicación mejor y más eficaz entre los médicos prescriptores remitentes y los médicos realizadores de procedimientos radiológicos facilitaría el proceso de optimización. La información proporcionada por el médico prescriptor (es decir, solicitudes legibles y expresadas con claridad) deberá incluir las preguntas clínicas que deberá responder la prueba diagnóstica. Esta información es necesaria para determinar si el proceso está justificado, y también deberá ayudar a optimizar el protocolo de la prueba ajustando los parámetros técnicos radiológicos para obtener una calidad de imagen adecuada para resolver las consideraciones pertinentes del diagnóstico diferencial con la dosis de radiación más baja posible (Linton y Mettler, 2003).

### 2.1.3.2 Radiología pediátrica convencional

La radiografía pediátrica convencional engloba la radiografía analógica, así como radiografía computarizada (RC) y radiografía digital (RD), siendo estas dos últimas tecnologías digitales. La radiografía computarizada utiliza una placa que almacena información que posteriormente se transfiere a un lector de imagen, una técnica utilizada habitualmente en las radiografías realizadas con aparatos portátiles. Por su parte, un detector RD crea inmediatamente una imagen tras la exposición sin utilizar una placa intermedia de almacenamiento/transferencia. Independientemente de la modalidad seleccionada, existen varias técnicas y tecnologías disponibles para asegurar que se optimizan las dosis y que estas coinciden con el objetivo clínico (ICRP, 2013b).

La RC y la RD ofrecen beneficios considerables en comparación con la radiografía analógica, así como un registro duradero y accesible (sin riesgo de pérdida de placas, con disponibilidad electrónica inmediata) y la posibilidad de manipular las imágenes (por ejemplo, ampliación de la imagen, ajuste del contraste y el brillo y un mayor rango dinámico que puede producir una calidad adecuada con exposiciones bajas, las cuales producirían imágenes analógicas subexpuestas). Sin embargo, también existe el riesgo de incrementar la dosis del paciente involuntariamente, como ocurre en los ejemplos que figuran más adelante. En el pasado, las imágenes sobreexpuestas eran demasiado oscuras. Sin embargo, la tecnología digital permite compensar este exceso de exposición alterando el brillo y el contraste tras su obtención. Además, a no ser que exista un programa de control de calidad potente, los cortes múltiples suelen eliminarse directamente y nunca llegan a las personas que están interpretando la imagen (la tecnología analógica estaba supervisada por el uso que se hacía de la película y de la «bobina de película», en la que se podía hacer seguimiento de las exposiciones bajas. Además, la colimación manual como parte integrante del procesado posterior a la obtención de la imagen puede implicar el envío de una imagen a la persona que la esté interpretando sin que esta indique qué parte de la imagen original estaba realmente expuesta (cortada). La falta de familiaridad con la tecnología, como los algoritmos de post-proceso, también puede disminuir la calidad de la imagen proyectada.

Es crucial disponer de la formación y entrenamiento adecuados, así como de planteamientos de la gestión de las dosis por equipos (es decir, involucrando al radiólogo, el especialista en física médica, el técnico/auxiliar en radiodiagnóstico, etc.) para asegurar la optimización de la protección en la radiografía computarizada y la radiografía digital (Uffmann y Schaefer-Prokop, 2009; ICRP, 2007b).

### 2.1.3.3 Fluoroscopia diagnóstica

La fluoroscopia es una modalidad de imagen que utiliza un haz de rayos X para producir imágenes dinámicas del cuerpo prácticamente a tiempo real, tomadas mediante un detector especial y visualizadas en monitores. Durante el diálogo con los pacientes, las familias y otros cuidadores, suele ser

<sup>12</sup>. Conviene tener en cuenta que este documento se centra en la protección radiológica. No se tratarán otros asuntos de seguridad para el paciente relacionados con la imagen pediátrica (por ejemplo, posibles efectos adversos de los medios de contraste).

útil comparar el procedimiento con una cámara de cine. Una radiografía simple equivale a una sola exposición o una imagen tomada por rayos X, mientras que la fluoroscopia es una película hecha con rayos X. Con la tecnología digital actual, es posible grabar las pruebas directamente en discos compactos. La posibilidad de reproducir y grabar el movimiento durante la fluoroscopia hace que esta técnica sea ideal para la evaluación del tracto gastrointestinal (por ejemplo, en estudios con contraste). La fluoroscopia es particularmente útil para guiar una serie de procedimientos diagnósticos e intervencionistas (ver más abajo). No obstante, la fluoroscopia puede suponer una dosis relativamente alta para el paciente<sup>13</sup> y el tiempo que la cámara fluoroscópica está «grabando» es un factor significativo en la exposición del paciente. Existen varias medidas prácticas que pueden reducir la exposición innecesaria a la radiación en las fluoroscopias diagnósticas realizadas en pacientes pediátricos (ICRP, 2013b).

#### 2.1.3.4 Intervenciones guiadas por imágenes

La radiología intervencionista proporciona la posibilidad de realizar procedimientos mínimamente invasivos con pequeños dispositivos médicos, como catéteres o agujas, guiados por imágenes obtenidas en ecografías, resonancias magnéticas, TC o rayos X/fluoroscopia. Cuando se realizan intervenciones guiadas por fluoroscopia en niños, estos están sometidos a ciertos problemas de seguridad radiológica muy concretos. Las dosis fluoroscópicas pueden ser relativamente altas y, si bien no es muy habitual, pueden provocar tanto reacciones tisulares (también conocidas como «efectos deterministas») como lesiones cutáneas, particularmente en adolescentes de gran tamaño.<sup>14</sup> Sin embargo, las reacciones tisulares son muy poco frecuentes después de la realización e intervenciones guiadas por TC. Las intervenciones complejas pueden requerir dosis de radiación más altas y su justificación debe ser evaluada de forma individual. Los riesgos de la radiación pueden reducirse al mínimo mediante la implantación de medidas prácticas para optimizar la protección (Sidhu et al., 2010; NCRP, 2011).

Antes de la intervención, el intercambio de información entre el médico prescriptor remitente y el médico realizador de procedimientos radiológicos (por ejemplo, el radiólogo intervencionista, el cardiólogo intervencionista u otros) permite respaldar la decisión de realizar el procedimiento (justificación). También deberá plantearse la posibilidad de realizar otras pruebas de imagen, particularmente aquellas que no requieran radiación ionizante (por ejemplo, resonancia magnética o ecografía). El médico prescriptor remitente puede ayudar a reunir el historial médico del paciente y su historial radiológico para poder evaluar la exposición radiológica acumulada del paciente. Del mismo modo, conviene tener en cuenta hallazgos clínicos previos en cada nueva prueba.

Por lo general, el médico prescriptor remitente es el primer profesional sanitario del proceso de atención sanitaria en hablar directamente con el paciente y su familia. A la hora de comunicar los beneficios y los riesgos de una intervención guiada por fluoroscopia, quizás sea necesario mencionar algunas consideraciones en materia de seguridad radiológica. Por tanto, la comunicación sobre riesgos y beneficios debe contar con el apoyo de un médico realizador de procedimientos radiológicos (por ejemplo, un radiólogo, un cardiólogo intervencionista) y otros miembros del equipo de radiología (por ejemplo, especialistas en física médica, técnicos/auxiliares en radiología). Puede facilitarse esta tarea utilizando materiales informativos impresos y/o electrónicos para los facultativos, pacientes, padres, familiares u otros cuidadores. Dicha información podrá revisarse durante el proceso de consentimiento informado y/o en las directrices posteriores al procedimiento.

<sup>13</sup>. La fluoroscopia y particularmente los procedimientos de intervención guiada por fluoroscopia presentan problemas concretos de seguridad radiológica para el personal. Las dosis que recibe el personal sanitario pueden ser relativamente altas y pueden causar efectos adversos tales como opacidad del cristalino. La protección radiológica en el lugar de trabajo no se incluye dentro del alcance del presente documento, si bien existe más información en otras fuentes (NCRP, 2011): página web de seguridad radiológica para pacientes del OIEA [http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/AdditionalResources/Training/1\\_TrainingMaterial/Radiology.htm](http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/AdditionalResources/Training/1_TrainingMaterial/Radiology.htm)

<sup>14</sup>. Los pacientes pediátricos tienen distintos tamaños, desde bebés prematuros de pequeño tamaño a adolescentes de gran tamaño. El tamaño del paciente afecta a la dosis de la fluoroscopia, por ejemplo, en el control automático de exposición, y la tensión (kV) y la corriente (mA) del tubo se ajustan según el grado de atenuación adecuado para el paciente, lo que provoca una dosis de radiación más alta en pacientes de gran tamaño/obesos.

Durante la intervención, todos los miembros del equipo de radiología intervencionista colaboran para garantizar la optimización de la protección y la seguridad. Una comunicación eficiente entre los miembros del personal ayuda a mantener las dosis de radiación en niveles lo más bajos posible. Es posible manipular una serie de parámetros que afectan a la dosis del paciente para reducir considerablemente la dosis a la vez que se obtienen imágenes diagnósticas de alta calidad que permiten guiar la intervención (Miller et al., 2010).

La información posterior al procedimiento, incluyendo los posibles efectos adversos, debería ponerse a disposición del médico prescriptor remitente y proporcionarse al paciente y/o su tutor legal. El médico prescriptor remitente puede hacer el seguimiento del historial de imagen médica de diversos modos (por ejemplo, fichas o cartillas).

Se recomienda un seguimiento clínico a los pacientes que han recibido dosis relativamente altas en la piel durante uno o más procedimientos. Lo ideal es que este seguimiento lo realice el médico realizador de procedimientos radiológicos en lugar del médico prescriptor remitente. Sin embargo, en aquellos casos en los que el paciente vive lejos de la instalación donde se ha llevado a cabo el procedimiento, el médico prescriptor remitente necesitará más información para realizar el seguimiento (NCRP, 2011; ICRP; 2013a). El paciente y su familia también deben ser informados sobre la posibilidad de que aparezca cualquier signo clínico de lesión cutánea como el enrojecimiento de la piel (eritema) en el lugar de incisión del haz, así como la manera de proceder en caso de que aparezcan.

### 2.1.3.5 Tomografía Computarizada

La tomografía computarizada es otra modalidad que utiliza radiación ionizante. El paciente se posiciona en una camilla estrecha que se desliza dentro de un hueco circular ubicado en el centro de la máquina. Un haz de rayos X atraviesa una zona del cuerpo del paciente y después incide en un anillo de detectores. Tanto la fuente de rayos X como los detectores rotan dentro de la máquina. Mientras se desliza al paciente por la mesa dentro de la máquina, un ordenador genera imágenes de cortes secuenciales (axiales) del cuerpo del paciente y muestra las imágenes en un monitor. La dosis de radiación empleada en la TC depende de muchos factores y puede emplear una dosis tan alta como la de la fluoroscopia, o incluso más alta que ésta.

Las posibilidades de reducir la dosis de radiación innecesaria en las TC pediátricas incluyen los parámetros de exposición según el tamaño del niño (tamaño individual/edad) y su cuadro clínico, prestando especial atención a los niveles de referencia diagnósticos (ver más abajo). Existen otras

**Tabla 10.** Ejemplos del impacto del ajuste de algunas técnicas de TC en la dosis de radiación del paciente

Técnica TC	Impacto en la dosis de radiación
Energía rayos X (kilovoltaje pico –kVp) <sup>a</sup>	Reducción de kVp → reducción de dosis
Corriente en el tubo (miliamperios –mA) <sup>a</sup>	Reducción de mA → reducción de dosis
Velocidad de rotación del tubo de rayos X (segundos) <sup>a</sup>	Mayor velocidad de giro del tubo (mesa) → reducción de dosis
Rango/distancia de escaneado (en cm)	Menor distancia de escaneado → reducción de dosis
Posición del paciente en el escáner	Un posicionamiento inadecuado en la mesa puede incrementar la dosis
Número de secuencias de escaneado (fases)	El aumento de fases (como previas y posteriores a contraste) aumenta la dosis
Escaneado de varias zonas del cuerpo	Minimizar el solapamiento del escaneado reduce la dosis
Uso óptimo del contraste intravenoso (tinción)	Mejorar la visibilización de la estructura podría permitir una reducción de los parámetros (por ejemplo, kVp)
Tecnología especial	Depende del escáner; posibilidades adicionales de reducción de dosis

<sup>a</sup> Dando por hecho que todos los demás factores se mantienen constantes. Conviene tener en cuenta también las dosis bajas tienen como contrapartida un aumento del ruido en la imagen. La obtención de imágenes de calidad debe tener por objetivo buscar el equilibrio entre estos factores.

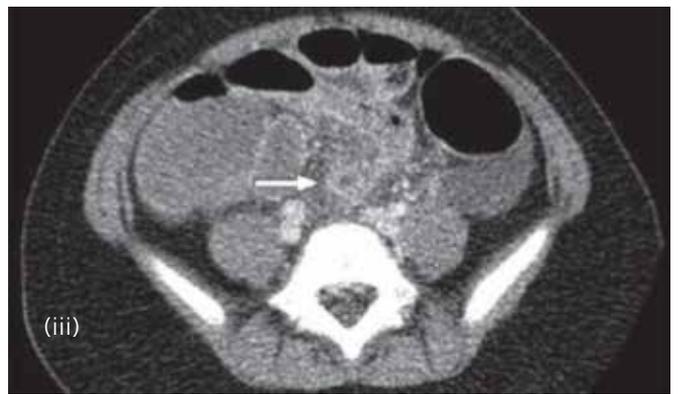
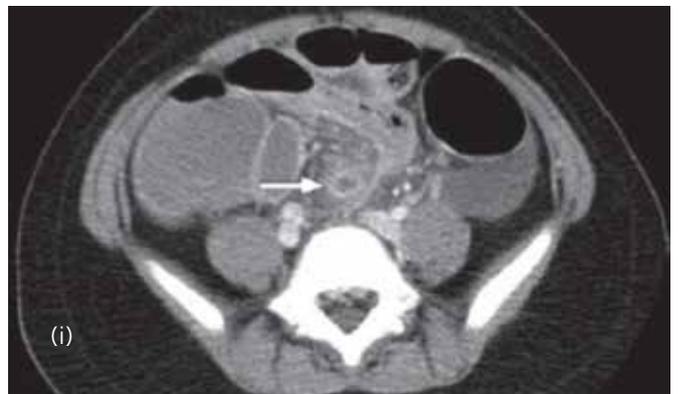
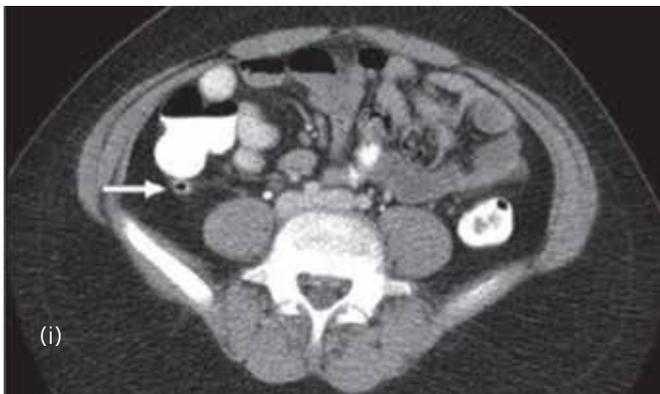
publicaciones en las que se detallan aspectos que deben tenerse en cuenta en la optimización de las TC pediátricas (Strauss et al., 2010; ICRP, 2013b; Strauss, Frush y Goske, 2015).

La **Tabla 10** proporciona ejemplos del impacto del ajuste de las técnicas de TC en la dosis de radiación del paciente. La «adaptación al tamaño del niño» puede reducir considerablemente la dosis. La **Figura 14** ilustra cómo influye (de forma simulada) la reducción de la corriente en el tubo en la imagen resultante.

**Figura 14:** Impacto simulado de la reducción de dosis (por ejemplo, más ruido, sin repetición de la exposición) en la imagen resultante

a: niño de 11 años con apéndice normal. (i) corriente de tubo no ajustada; (ii) reducción del 50% de corriente de tubo, y (iii) reducción del 75% de corriente de tubo. Todas las pruebas muestran un apéndice lleno de aire (ver flechas) en el plano transversal.

b: niño de 3 años con apendicitis aguda. (i) corriente de tubo convencional; (ii) reducción del 50% de corriente de tubo; (iii) reducción del 75% de corriente de tubo. Las flechas señalan al apéndice inflamado. También cabe mencionar que la obstrucción intestinal es evidente en todas estas pruebas.



Fuente: Swanick et al. (2013); reimpresso con autorización.

Incluso para las TC pediátricas de baja dosis, es posible adoptar protocolos para reducir las dosis de radiación aún más. Un estudio realizado en un hospital en Bélgica reveló que en CBCT (tomografía computarizada de haz cónico) de baja dosis de los senos paranasales en niños logró reducirse la dosis a un nivel comparable al empleado para radiografías convencionales manteniendo la calidad diagnóstica necesaria en TC de los senos paranasales (Mulken et al., 2005). Este estudio demuestra que la optimización de protocolos de las TC en los senos paranasales en niños puede resultar en imágenes de alta calidad utilizando una dosis comparable a la empleada en radiografías convencionales. Este es un ejemplo de buenas prácticas en el que un diálogo eficiente entre el médico prescriptor remitente y el médico realizador de procedimientos radiológicos contribuyó a la optimización, permitiendo así que el protocolo radiológico se ajustara a las preguntas clínicas que se esperaba que respondiera la prueba.

### 2.1.3.6 Medicina nuclear

La medicina nuclear utiliza sustancias radiactivas (radiofármacos) para generar imágenes y medir aspectos funcionales del cuerpo del paciente (medicina nuclear diagnóstica) y/o destruir células anómalas (medicina nuclear terapéutica). El radiofármaco se acumula principalmente en el órgano o el tejido sobre el que se realiza la prueba, donde libera su energía (radiación). En diagnóstico por imagen mediante medicina nuclear, esta radiación llega a un detector que permite visualizar la distribución del radiofármaco en el cuerpo. Además de las imágenes, la radiactividad también puede medirse por su nivel en sangre, orina u otras muestras. Por tanto, es posible establecer un perfil radiológico y medir la función de los órganos, los sistemas y los tejidos (por ejemplo, perfusión, metabolismo, proliferación, expresión y densidad de receptores/anticuerpos, etc.). El detector de uso más frecuente en medicina nuclear es la gammacámara, también conocida como cámara de centelleo, para la obtención de imágenes planas (2D) o en tres dimensiones (3D). En las tomografías computarizadas de emisión de fotón único (SPECT), las imágenes se obtienen desde varios ángulos alrededor del paciente; la reconstrucción tomográfica computarizada proporciona información en 3D sobre la distribución del radiofármaco en el paciente. Las imágenes de medicina nuclear pueden superponerse a las imágenes

## Cuadro 2.3. Diagnóstico por imagen con ecografía o resonancia magnética

La ecografía (también conocida como «ultrasonidos») hace referencia al uso de ondas sonoras en el ámbito de la imagen médica. Un transductor o una sonda transmiten ondas sonoras y reciben las señales reflejadas. La ecografía debe considerarse una alternativa viable a los rayos X para la obtención de imágenes en entornos pediátricos siempre que sea posible (Riccabona, 2006). Entre la población pediátrica, las ecografías suelen evaluar, por ejemplo, posibles anomalías cardíacas, estenosis pilórica, displasias de cadera, apendicitis, anomalías intracraneales en neonatos y la columna vertebral y la médula espinal en neonatos. Las ecografías también se utilizan para evaluar otros cuadros clínicos en el abdomen, la pelvis, el sistema musculoesquelético, la tiroides y las mamas, así como para la obtención de imágenes vasculares y endoluminales. Los enfoques más innovadores en ecografía y las nuevas técnicas de ecografía como el Doppler color con amplitud codificada, las imágenes armónicas y de alta resolución, los medios de contraste para ecografía y las posibilidades de generación de imágenes tridimensionales han ampliado el rango de presentaciones sintomáticas que puede evaluarse mediante ultrasonidos, consolidándose como una técnica de gran valor que no requiere exposición a la radiación ionizante. Del mismo modo, muchas intervenciones utilizan la ecografía como guía.

La resonancia magnética (RM) utiliza una combinación de fuertes campos magnéticos, ondas de radio y gradientes de

campos magnéticos para producir imágenes bidimensionales y tridimensionales de los órganos y las estructuras internas del cuerpo. La alta sensibilidad al contraste en los tejidos blandos y la seguridad del paciente inherente a este procedimiento debido a la ausencia de radiación ionizante son motivos de peso por los que la RM ha sustituido a la TC y la radiografía en diversos procedimientos de imagen médica. En términos de imagen pediátrica, la RM se utiliza para un amplio abanico de fines, incluyendo la evaluación de enfermedades del sistema nervioso central y de las vías urinarias, enfermedades o lesiones musculoesqueléticas, problemas cardíacos congénitos y otras enfermedades cardiovasculares (incluyendo la obtención de imágenes de los vasos sanguíneos: angiografía por RM). También puede resultar de ayuda en el proceso de diagnóstico de fases del cáncer y en el planeamiento del tratamiento oncológico. La espectroscopia por RM es una técnica de imagen emergente para la evaluación de trastornos cerebrales pediátricos. La RM intervencionista conlleva la realización de intervenciones, principalmente en el cerebro, en las que se utiliza una unidad de resonancia magnética en el quirófano. Como la resonancia magnética no utiliza radiación ionizante, suele ser el procedimiento de elección en radiodiagnóstico pediátrico.

de una TC o una RM, lo que se conoce como fusión de imágenes. La introducción de la tomografía de emisión de positrones (PET) y los sistemas de imagen integrados (por ejemplo, SPECT/TC, PET/TC, PET/RM) han ampliado las aplicaciones de la imagen molecular con radiofármacos.

Los pacientes que se sometan a PET/TC o SPECT/TC están expuestos a radiación tanto del radiofármaco inyectado como de los rayos X del TC. Para ambos componentes, la dosis de radiación se mantiene lo más baja posible sin que esto afecte a la calidad de la prueba. La mayoría de los radiofármacos que se utilizan en imagen diagnóstica tienen un periodo de semidesintegración corto (minutos u horas) y se eliminan rápidamente. Los niveles de referencia para el diagnóstico en medicina nuclear se expresan en términos de actividad administrada. Para optimizar la protección de los niños y los adolescentes en medicina nuclear diagnóstica, se aplican programas de optimización de actividad administrada en pacientes pediátricos, que generalmente se basan en dosis recomendadas para adultos y se ajustan según algunos parámetros como el peso corporal del paciente. Recientemente, las asociaciones profesionales de Norteamérica y Europa han aplicado algunos cambios a este modo de proceder (Gelfand, Parisi y Treves, 2011; Fahey, Treves y Adelstein, 2011; Lassman et al., 2007; Lassman et al., 2008; Lassman et al., 2014). La finalidad es reducir la exposición a la radiación a los niveles más bajos que sea posible sin que ello afecte a la calidad diagnóstica de las imágenes.

### 2.1.3.7 Radiología dental

La radiografía intraoral interproximal y/o la ortopantomografía son herramientas que los odontólogos y ortodontistas utilizan desde hace muchos años. Sin embargo, la presencia actual de tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) y las tomografías computarizadas multicorte (TCMC) en la evaluación de la dentadura y/o las enfermedades orales o maxilofaciales ha suscitado debate respecto de su justificación y optimización. El proyecto SEDENTEXCT<sup>15</sup> concluyó en 2011 que es necesario realizar investigaciones que demuestren el cambio (y la mejora) que supone el uso de las CBCT en pacientes antes de que se plantee su uso generalizado. Una excepción podría ser la práctica habitual que utiliza las TCMC para ubicar dientes incluidos (Alqerban et al., 2009), en cuyo caso suele preferirse el uso de CBCT en lugar de TCMC si la dosis es más baja. En cualquier caso, las pruebas radiológicas de los caninos superiores no suelen ser necesarias antes de los 10 años de edad (Comisión Europea, 2012).

El uso de ecografías y resonancias magnéticas en niños ha aumentado en los últimos años. Estas modalidades utilizan radiación no ionizante para generar imágenes. Si bien este documento se centra en la comunicación de riesgos derivados de la radiación ionizante, en el **Cuadro 2.3** se proporciona información general acerca de estos procedimientos.

### 2.1.3.8 Niveles de referencia para el diagnóstico

Los niveles de referencia para el diagnóstico (NRD) son de alguna forma niveles de investigación de la dosis (en radiología diagnóstica e intervencionista) o de actividad administrada (en medicina nuclear) definidos para pruebas habituales y grupos de pacientes de tamaño normal como herramientas para la optimización y el control de la calidad. La variación de tamaño entre adultos es leve, en comparación con el amplio abanico de tamaños de los pacientes pediátricos, lo que pone de manifiesto la necesidad de distintos niveles de referencia para el diagnóstico según el tamaño. Estos niveles de referencia suelen expresarse en función del peso o de la edad. Los NRD no son límites de dosis y son recomendables, pero no obligatorios, si bien la implantación del concepto de NRD es un requisito de seguridad básico. Una vez establecidos, los NRD se revisan con periodicidad y se actualizan con el fin de reflejar unos valores de referencia coherentes con el conocimiento profesional. Las distintas instalaciones médicas pueden comparar las dosis que aplican en sus prácticas con los NRD para ciertos grupos de pacientes con el fin de garantizar que las dosis de un procedimiento concreto no varían de forma considerable

<sup>15</sup>. El proyecto SEDENTEXCT (2008-2011) fue promovido por el Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom) para la investigación nuclear y las actividades formativas (2007-2011), <http://cordis.europa.eu/fp7/euratom/>

de las que proporcionan los servicios homólogos. Los NRD ayudan a identificar situaciones en las que la dosis del paciente o la actividad administrada es inusualmente alta o baja (ICRP, 2001 y 2007b).

### **2.1.3.9 Reducción de la repetición de pruebas y seguimiento del historial radiológico de los pacientes pediátricos**

Se ha establecido que un tercio de los niños en quienes se realiza una TC se han sometido a tres o más TC (Mettler et al., 2000). La dosis de radiación individual de cada paciente acumulada por la repetición de pruebas podría suponer una dosis efectiva de varias decenas de mSv o podría incluso superar los 100 mSv (Rehani y Frush, 2011). Es frecuente la realización de pruebas con rayos X en bebés prematuros o con displasia de cadera (Smans et al., 2008). Los pacientes pediátricos con enfermedades crónicas (como cardiopatía congénita o pacientes que han superado un cáncer) pueden someterse a multitud de pruebas radiológicas e intervenciones. Por tanto, pueden estar sujetos a exposiciones acumulativas relativamente altas. En dichos pacientes, deberán considerarse las modalidades con radiación no ionizante como las resonancias magnéticas o las ecografías como alternativas viables dentro de lo posible (Seuri et al., 2013; Riccabona, 2006).

Los pediatras y los médicos de familia pueden fomentar el uso de métodos que hagan seguimiento de la exposición a radiaciones en sus pacientes pediátricos. Se han propuesto varias opciones (como historias médicas digitales, cartillas electrónicas, registros de exposición a la radiación integrados en sistemas de salud digitales, informes personales online, pasaportes radiológicos y cartillas impresas). La página web de Image Gently ofrece un formulario disponible para su descarga llamado «My Child's Medical Imaging Record»<sup>16</sup> (Registro de pruebas diagnósticas por imagen de mi hijo/a), que guarda similitud con las cartillas de vacunación.

Para los procedimientos de dosis relativamente baja (por ejemplo, radiografías torácicas u otras pruebas convencionales con rayos X), una medida razonable podría ser el seguimiento únicamente del número de pruebas. Sin embargo, para procedimientos de dosis alta (como las TC, PET/TC, intervenciones guiadas por imagen y la mayoría de procedimientos de medicina nuclear) se recomienda llevar registro de la dosis por cada prueba (o de los factores que puedan permitir la estimación de la dosis) además de la cantidad de pruebas que se realicen (Rehani y Frush, 2010).

## **2.2 Fomentar una cultura de seguridad radiológica para mejorar la práctica**

### **2.2.1 Qué es la cultura de seguridad radiológica en los entornos sanitarios?**

El fin último de la protección radiológica en el entorno sanitario es la seguridad de los pacientes y los demás implicados<sup>17</sup> mediante la reducción al mínimo de los riesgos asociados al uso de radiación al tiempo que se aprovechan al máximo los beneficios para el cuidado del paciente.

La prestación de atención sanitaria conlleva ciertos riesgos inherentes a la misma. A medida que los sistemas y los procesos sanitarios se vuelven más complejos y fragmentados, el riesgo en cada instalación y el número de instalaciones frecuentadas puede aumentar. El éxito de los tratamientos y la calidad de la atención sanitaria no dependen únicamente de las competencias de los profesionales sanitarios. Existen multitud de factores que son igualmente importantes, como el diseño, la cultura y

<sup>16</sup>. Disponible en [http://www.imagegently.org/Portals/6/Parents/Dose\\_Record\\_8.5x11\\_fold.pdf](http://www.imagegently.org/Portals/6/Parents/Dose_Record_8.5x11_fold.pdf)

<sup>17</sup>. En este contexto, «los demás implicados» hará referencia a los padres/cuidadores, el personal sanitario y el público general.

la gestión de las organizaciones, así como las políticas y los procedimientos destinados a minimizar o mitigar los riesgos de sufrir daños.

Las instituciones sanitarias son cada vez más conscientes de la importancia de transformar su cultura organizativa con el fin de mejorar la protección tanto de los pacientes como de los trabajadores del entorno sanitario. Los datos a nivel europeo muestran con datos contrastados que en un porcentaje de entre el 8% y el 12% de las hospitalizaciones ocurren errores médicos o acontecimientos adversos relacionados con la atención sanitaria.<sup>18</sup> Las instalaciones sanitarias deben hacerse cargo de la mejora continua de la seguridad del paciente y la calidad de sus servicios.

La cultura organizativa suele definirse como un conjunto de creencias compartidas por un grupo de individuos que forman una organización. La cultura de seguridad es parte de la cultura organizativa y podría definirse como el resultado de los valores, actitudes, percepciones, competencias y patrones comportamentales individuales y colectivos, los cuales determinan el compromiso con la gestión de la seguridad en la organización, así como el estilo y el grado de dominio de la misma. Se han identificado tres fases de desarrollo de la cultura de seguridad:

- Fase 1: Sistema de cumplimiento básico – Todos los programas de formación, las condiciones de trabajo, los procedimientos y los procesos cumplen las normativas. Se trata de un cumplimiento pasivo.
- Fase 2: Sistema de cumplimiento de seguridad autogestionado – Los trabajadores garantizan el cumplimiento con la normativa y asumen responsabilidades a nivel personal para con la formación y otras disposiciones reglamentarias. Este sistema apoya el cumplimiento activo con las normativas.
- Fase 3: Sistema de seguridad comportamental – se forma a los individuos para detectar peligros, prestar atención a posibles lesiones y conocer los comportamientos seguros que pueden evitarlas, así como para actuar de forma segura. Este sistema enfatiza la interdependencia entre los trabajadores, puesto que todos velan por la seguridad de los demás. El objetivo de un programa de desarrollo de una cultura de seguridad es promover comportamientos individuales y colectivos en aras de alcanzar la fase más avanzada.

En este contexto, la cultura de seguridad de los pacientes engloba actitudes, valores y normas compartidas relacionadas con la seguridad del paciente.

La cultura de seguridad radiológica en el entorno sanitario tiene en cuenta la protección radiológica de los pacientes, de los trabajadores en el entorno sanitario y del público general. Esta cultura forma parte integral del concepto más amplio de seguridad del paciente, y se incluye en el concepto de buenas prácticas médicas. Utiliza, por tanto, los mismos enfoques que se emplean para la aplicación de una cultura de seguridad en los entornos sanitarios (como no culpar, no avergonzar, voluntad, trabajo en equipo, transparencia en la comunicación, notificar errores para aprender).<sup>19</sup>

La cultura de seguridad radiológica en imagen médica permite a los profesionales sanitarios proporcionar un cuidado sanitario más seguro y más eficaz de forma individualizada según las necesidades de cada paciente. El objetivo principal es garantizar la justificación/idoneidad de cada prueba y la optimización de la protección, teniendo en mente siempre que la prevención de acontecimientos adversos siempre será el objetivo último.

La protección radiológica es un elemento importante de la seguridad del paciente en general. Los problemas mecánicos, los fallos en los procesos y los errores humanos en el cuidado sanitario pueden

<sup>18</sup>. Del sitio web de la OMS, zona de Europa, acerca de la seguridad de los pacientes: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/patient-safety/data-and-statistics>

<sup>19</sup>. Para más información:  
<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/Health-systems/patient-safety/facts-and-figures>  
<http://healthand.time.com/2013/04/24/diagnostic-errors-are-more-common-and-harmful-for-patients/>  
<http://www.oecd.org/health/ministerial/forumonthequalityofcare.htm>

poner en peligro la seguridad del paciente, que constituye un elemento inherente a la responsabilidad profesional de la atención sanitaria (Lonelly et al., 2009).

El liderazgo es un componente clave en la cultura de seguridad radiológica. Construir una cultura de seguridad requiere liderazgo y el apoyo de los niveles más altos de la organización. Los líderes que trabajan con ahínco en mejorar la seguridad del paciente pueden contribuir de forma considerable a la construcción y la consolidación de una cultura de protección radiológica más fuerte en el radiodiagnóstico médico. Todas las partes involucradas en los procesos sanitarios que impliquen el uso de radiación para la obtención de imágenes médicas desempeñan un papel concreto: los radiólogos, los especialistas en medicina nuclear, los técnicos/auxiliares en radiodiagnóstico, los especialistas en física médica, los médicos prescriptores remitentes, las enfermeras, el personal auxiliar y los administradores. Además, los pacientes, las redes de pacientes y las organizaciones contribuyen al éxito en la implantación de la cultura de protección radiológica. Son socios naturales que colaboran en el desarrollo y la promoción de la cultura de seguridad facilitando el diálogo constructivo y abogando por una atención sanitaria centrada en el paciente.

## 2.2.2 Seguridad radiológica y gestión clínica

La gestión clínica se ha definido como «un marco mediante el cual las organizaciones se hacen cargo de la mejora continua de la calidad de sus servicios y salvaguardan los requisitos de atención sanitaria más exigentes mediante la creación de un entorno en el que la excelencia en la atención clínica pueda progresar» (Sally y Donaldson, 1998). Los principios de calidad de los servicios sanitarios incluyen la seguridad, la eficacia, el mantenimiento del paciente como centro de atención, la puntualidad, la eficiencia, la rentabilidad y la igualdad (OMS, 2006; Lau y Ng, 2014; OMS 2015b). El concepto de gestión clínica debe incluir la protección radiológica con el fin de proporcionar la responsabilidad corporativa necesaria para establecer y mantener la cultura de seguridad radiológica.

Se han propuesto cuatro pilares para la gestión clínica, y la seguridad radiológica está implícita en todos ellos, tal y como figura en los ejemplos que se ofrecen a continuación:

- La eficiencia clínica suele definirse como la forma de medir hasta qué punto funciona una intervención clínica. En el radiodiagnóstico, este concepto está vinculado a la idoneidad de los procesos, que puede verse impulsada por la implantación de directrices contrastadas de seguridad clínica.
- La auditoría clínica es una manera de medir la calidad de la atención sanitaria con el fin de comparar los resultados con la normativa aplicable e identificar las oportunidades de mejora.

## Cuadro 2.4. Pasos para establecer y mantener una cultura de seguridad radiológica

- |  |   |
|--|---|
| (a) Fomentar el compromiso individual y colectivo con la protección y la seguridad en todos los niveles de la organización.  | (e) Garantizar la obligación de rendir cuentas por parte de la organización y las personas a todos los niveles en aras de la protección y la seguridad. |
| (b) Garantizar el entendimiento común de los aspectos clave de la cultura de seguridad dentro de la organización.  | (f) Instar a la comunicación abierta en relación con la protección y la seguridad en la organización y con las partes pertinentes, según corresponda    |
| (c) Proporcionar los medios necesarios mediante los cuales la organización apoya individual y colectivamente a las personas en la ejecución de sus tareas de forma segura y exitosa, teniendo en cuenta las interacciones entre individuos, la tecnología y la organización. | (g) Fomentar una actitud crítica y de voluntad de aprendizaje y desalentar la complacencia en relación con la protección y la seguridad.                |
| (d) Instar a la participación de los trabajadores y sus representantes y otras personas relevantes en el desarrollo y la implantación de políticas, reglas y procedimientos relacionados con la protección y la seguridad.   | (h) Proporcionar los medios mediante los cuales la organización tratará de desarrollar y fortalecer su cultura de seguridad.                            |
- Fuente:* Adaptado de NBS (2014), con autorización del OIEA.

En los servicios de radiología, se incluye la implantación de los principios de justificación y optimización. La auditoría clínica proporciona información que da pie a cambios en la asignación de recursos.

- Las estrategias de gestión de los riesgos en los servicios radiológicos pretenden identificar qué puede salir mal, instar la comunicación de incidentes y aprender de los acontecimientos adversos, evitar su reincidencia e implantar normativas de seguridad que respalden la protección radiológica.
- La educación, la formación y el desarrollo profesional continuo (es decir, el aprendizaje continuo) son fundamentales para mejorar la seguridad y la calidad en las aplicaciones médicas de la radiación ionizante.

### 2.2.3 Establecer una cultura de seguridad radiológica

Para establecer una cultura de seguridad radiológica, conviene comenzar desde los niveles jerárquicos superiores de la organización, aunque las dimensiones y la promoción de dicha cultura dependerán de su asimilación por parte de todos los implicados en la prestación de los servicios, incluyendo los directores, administradores, profesionales sanitarios y otros miembros del personal auxiliar, así como los pacientes y sus familias.

La cultura de seguridad radiológica puede establecerse, mantenerse y mejorarse mediante la implantación de una serie de posibles intervenciones, que se describen en el **Cuadro 2.4** (NBS, 2014) y la **Tabla 11** (Eccles et al., 2001; Michie y Johnston, 2004).

**Tabla 11.** Estrategias de mejora de la cultura de seguridad radiológica

Elementos que llevan a cabo la cultura	Estrategias para mejorar la cultura de seguridad radiológica	Ejemplos
Hipótesis básicas subyacentes	Educación, apoyo (es decir, concienciación)	Educación sobre protección radiológica en facultades de medicina y de odontología, campañas
Valores compartidos adoptados	Normativa, reglas, directrices	Normas básicas de seguridad radiológica, directrices de derivación a diagnóstico por imagen
Herramientas/resultados visibles	Formación, auditoría, feedback y mejora de la calidad	Formación in situ, rondas de inspección, cambios comportamentales mediante mensajes dirigidos

Los sistemas de información y aprendizaje pueden mejorar la seguridad del paciente contribuyendo al aprendizaje a partir de acontecimientos adversos e incidentes en el sistema sanitario. Estos sistemas podrán desencadenar una respuesta constructiva basada en el análisis de los perfiles de riesgo y la difusión de lecciones para evitar acontecimientos similares, lo que supone un componente importante de prevención primaria.

Las organizaciones con una buena cultura de seguridad radiológica se caracterizan por una comunicación basada en la confianza mutua, las percepciones comunes sobre la importancia de la protección y la seguridad radiológicas. Se ha enfatizado la importancia de una comunicación eficiente como elemento clave para mejorar la seguridad del paciente, y resulta esencial establecer y mantener una cultura de seguridad radiológica en entornos médicos. Los profesionales sanitarios necesitan desarrollar destrezas y seguridad personal para sentirse cómodos expresándose en situaciones de incertidumbre, independientemente de su posición en la jerarquía médica y/o organizativa o de la posición de las demás partes involucradas. Los sistemas de prestación de servicios sanitarios dependen en gran medida de unas buenas capacidades comunicativas, incluyendo la comunicación de los resultados y

las acciones sobre los asuntos identificados. Las rondas de inspección en el lugar de la realización de pruebas de diagnóstico por imagen sirven para compartir con los empleados que trabajan en primera línea sus preocupaciones relativas a la seguridad de los pacientes, la calidad de la atención y de la satisfacción de los clientes y la familia (Lonelly et al., 2008).

Al igual que en otros ámbitos sanitarios, las listas de verificación de seguridad radiológica se basan en pruebas científicas y son herramientas de gestión de riesgos. Su uso adecuado es un elemento más de la cultura de seguridad radiológica. Mientras que la homogeneización es la base de cualquier lista de verificación en materia de seguridad, todas las listas de verificación deben estar sujetas a evaluación y actualización continuas según resulte necesario para garantizar que cumplen con sus objetivos.

Mediante las auditorías clínicas, los procedimientos médicos que incluyen las pruebas médicas de diagnóstico por imagen se revisan de forma sistemática de conformidad con las normas de aplicación para una buena práctica médica. La auditoría clínica también requiere la aplicación de nuevas normas cuando resulte necesario y adecuado. El objetivo es mejorar la calidad y el resultado de la atención sanitaria, contribuyendo de este modo a una mejor cultura de seguridad radiológica.

El trabajo en equipo sirve para mejorar la seguridad del paciente (Baker et al., 2005; Baker et al., 2006). Las organizaciones deben dar prioridad a la seguridad de los pacientes estableciendo programas de formación interdisciplinarios para los equipos que incorporen métodos probados para la gestión de equipos. Los miembros de los mismos deberán tener conocimientos, destrezas y actitudes específicas que puedan obtenerse y evaluarse durante la carrera de un trabajador. Un informe del Departamento de Sanidad de Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte examina los factores clave en el trabajo relacionados con los errores y el aprendizaje organizativo. El informe identifica cuatro áreas clave que deben desarrollarse para progresar:

- mecanismos unificados de notificación y análisis cuando las cosas van mal;
- una cultura más abierta en la que los errores o los fallos de servicio puedan notificarse y comentarse;
- mecanismo para asegurar que, cuando se identifiquen las lecciones aprendidas, se realizan los cambios correspondientes;
- una mayor apreciación del valor del sistema en la prevención, el análisis y el aprendizaje de los errores.

El informe concluye las discusiones con una afirmación crítica: «En retrospectiva, es fácil ver un desastre a punto de ocurrir. Lo que necesitamos es algo mucho más difícil de conseguir: la capacidad de verlo venir.» (NHS, 2000).

# Capítulo 3: Dialogo sobre beneficios y riesgos

Las buenas prácticas médicas incluyen una comunicación efectiva sobre los beneficios y los riesgos de las intervenciones sanitarias. En este contexto, la comunicación sobre los riesgos de la radiación es un elemento clave de las buenas prácticas en imagen médica. La puesta en marcha de una estrategia de comunicación efectiva en radiodiagnóstico pediátrico a menudo exige llevar a cabo reflexiones especiales. En esta sección se analizan diferentes enfoques para establecer este análisis.

El **Apartado 3.1** ofrece consejos prácticos para respaldar el análisis de beneficios y riesgos e incluye ejemplos de preguntas y respuestas.

El **Apartado 3.2** analiza algunas cuestiones éticas relacionadas con la comunicación de los riesgos de la radiación en radiodiagnóstico pediátrico.

En el **Apartado 3.3** se plantean diferentes situaciones y actores clave involucrados en la creación de diálogos en el ámbito de la comunidad médica.

# 3. Dialogo sobre beneficios y riesgos

## 3.1 Consejos prácticos para el dialogo sobre beneficios y riesgos

### 3.1.1 Objetivos y retos de comunicación

La comunicación sobre los riesgos y los beneficios de las intervenciones médicas recomendadas es un elemento esencial en la atención sanitaria e incluye la comunicación de los beneficios y los riesgos de la radiación derivados de los procedimientos radiológicos (Levetown, 2008). A la hora de determinar cuál es el procedimiento o el examen de imagen más apropiado, es necesario tener en cuenta la necesidad médica (el beneficio), además de los costes y los riesgos de radiación potenciales derivados de los procedimientos que emplean radiación ionizante. En caso de existir duda con respecto a cuál es el mejor procedimiento para responder a la pregunta clínica, establecer un diálogo entre el médico prescriptor remitente y el médico realizador de procedimientos radiológicos (por ejemplo, el radiólogo, el médico especialista en medicina nuclear) puede ayudar a tomar la decisión correcta.

Un estudio reciente en el que se evaluaron las preferencias de comunicación y el conocimiento del paciente ha concluido que existe una importante diferencia entre las expectativas del paciente y las prácticas que realmente se llevan a cabo cuando se trata de proporcionar información sobre las pruebas de diagnóstico por imagen que emplean radiación ionizante (Thornton et al. 2015). El objetivo principal de la comunicación de los riesgos de la radiación en medicina es garantizar que los pacientes, padres y/o cuidadores reciben la información que necesitan de una forma que les resulte comprensible (Dauer et al., 2011; McCollough et al., 2015). Necesitan información clara y suficiente que les permita entender en qué consiste la prueba de imagen que se va a llevar a cabo. Los riesgos inherentes a la enfermedad y/o al estado clínico deben tenerse en cuenta al valorar la necesidad de realizar una prueba de imagen pediátrica. Es importante que los médicos que solicitan las pruebas y otros profesionales sanitarios identifiquen las necesidades de comunicación y el estilo de comunicación que prefieren sus pacientes y sus cuidadores. Cada paciente y cada familia puede ser diferente, ya que es posible que en función de su contexto cultural y su historial sanitario personal deba adaptarse el tipo de comunicación sobre los riesgos (Guillerman, 2014).

Para garantizar que los pacientes pediátricos y sus familias se encuentran completamente informados sobre los beneficios y los riesgos de un procedimiento, la estrategia de comunicación de los riesgos puede incluir a todos los profesionales sanitarios involucrados en el cuidado del paciente. Cuando un médico solicita una prueba de imagen para un niño, dicho profesional está solicitando la opinión del médico realizador de procedimientos radiológicos para que lo asista en la gestión clínica del paciente. No obstante, pueden existir otros profesionales involucrados, igualmente relevantes, como el personal de enfermería y los técnicos/auxiliares en radiodiagnóstico. A menudo, el papel de estos profesionales sanitarios consiste en actuar como punto de conexión profesional primario entre el médico prescriptor remitente, el paciente, los padres, la familia y/o los cuidadores, y el médico realizador de procedimientos radiológicos. Los técnicos/auxiliares en radiología desempeñan un papel fundamental en la optimización de cada procedimiento y pueden encargarse de completar la información clínica de pacientes, familiares y médicos, según sea necesario para ayudar a crear la estrategia de comunicación de riesgos más apropiada. Además, en algunas instalaciones es posible que sean los únicos profesionales sanitarios formados en seguridad frente a la radiación. Como actores clave en los programas de mejora/garantía de

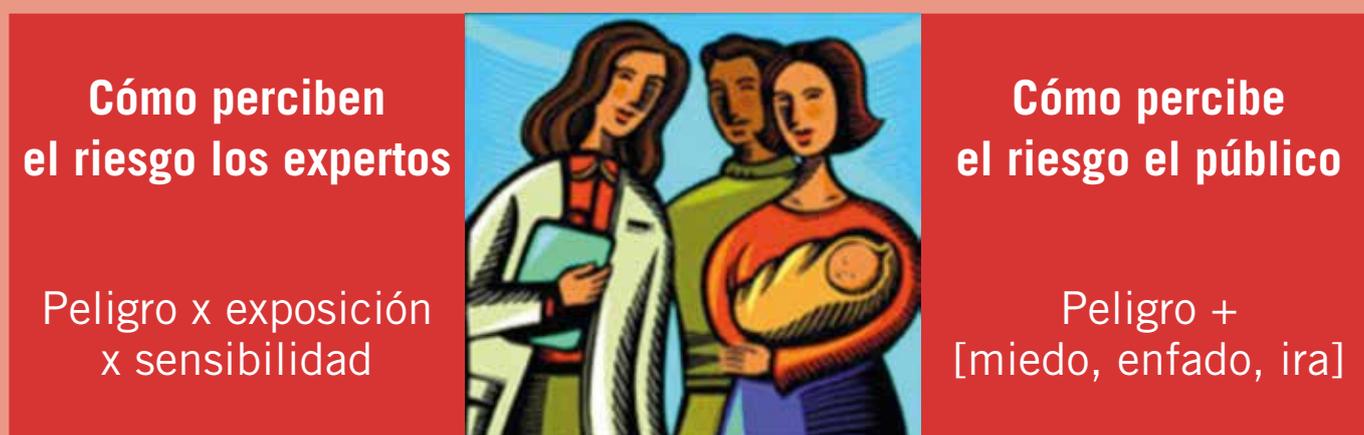
calidad de los departamentos de radiodiagnóstico, los especialistas en física médica pueden también verse incluidos cuando el procedimiento que se va a llevar a cabo es más completo o puede emitir dosis relativamente más elevadas.

Comunicar los beneficios y los riesgos de las pruebas de diagnóstico por imagen pediátrica que emplean radiación ionizante realmente puede resultar todo un desafío. En primer lugar, las personas a menudo presentan una serie de influencias personales que afectan su percepción de los riesgos. Los factores sociales, los sistemas de creencias, las experiencias sanitarias anteriores, los valores y la visión individual

### Cuadro 3.1 Algunos factores que influyen en la percepción del riesgo

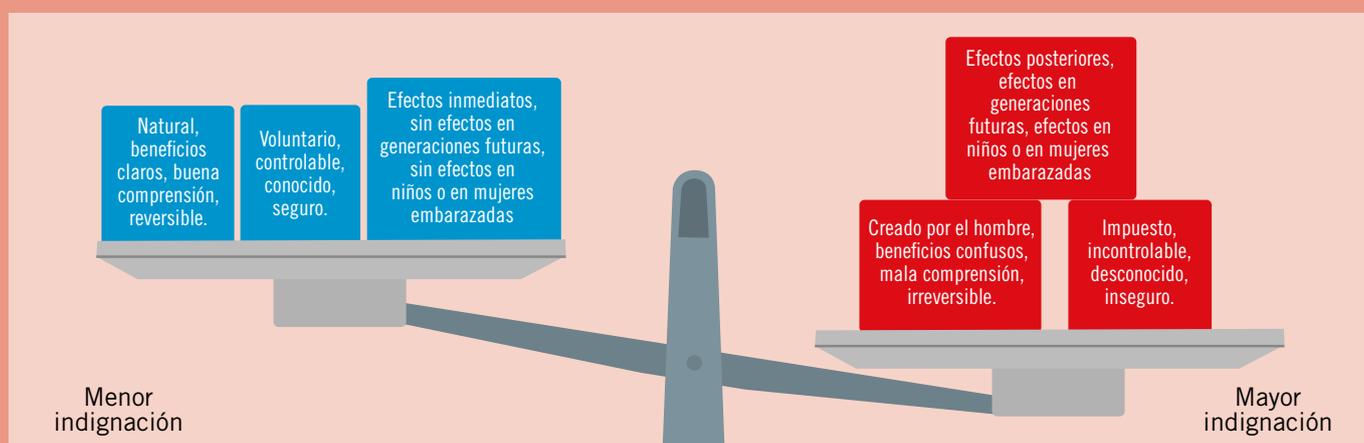
Los expertos y el público perciben los riesgos de forma diferente (ver **Imagen A**). Los expertos consideran que el riesgo se encuentra directamente relacionado con la gravedad del peligro, la cantidad de exposición y la vulnerabilidad de la población expuesta.

Las personas «en riesgo» no perciben necesariamente el riesgo de la misma manera; a menudo ven el riesgo a través de la lente de emociones como el miedo, el enfado y la ira (Sandman, 1993).



**Imagen A.** Cómo perciben el riesgo los expertos y el público

Se han identificado numerosos factores que afectan la forma en que se percibe el riesgo (ver **Imagen B**). Estos factores pueden tener una influencia sobre la percepción de los riesgos de radiación en la imagen pediátrica entre las diferentes partes implicadas (por ejemplo, pacientes, padres, profesionales sanitarios). Uno de los objetivos de la comunicación de los riesgos es salvar la distancia entre la forma en que los expertos definen el riesgo y la forma en que el público lo percibe. La esencia de la comunicación de los riesgos no es únicamente explicar el número de riesgos sino también gestionar la posible ira (por ejemplo, se puede reducir o incrementar).



**Imagen B.** Factores que ejercen una influencia sobre la percepción del riesgo

del mundo pueden influir en su percepción de los riesgos. La evaluación de los riesgos que realizan a menudo estas personas es el resultado de una combinación del peligro y su perspectiva personal con respecto al riesgo, que se ve ponderada en función de los valores, las preferencias, la educación y la experiencia personal (ver **Cuadro 3.1**). Una cuestión de máxima importancia es que los beneficios y los riesgos del procedimiento que se plantea realizar se comuniquen a los padres y al niño de una forma que les resulte comprensible, siempre teniendo en cuenta su cultura y sus conductas sociales personales.

Identificar las percepciones del riesgo del paciente y/o del cuidador y reconocer su importancia fomenta el diálogo informado y ayuda a conseguir una comunicación de los riesgos más eficaz.

Uno de los retos más importantes en la comunicación de los beneficios y los riesgos de los procedimientos de diagnóstico por imagen en pediatría que emplean radiación ionizante está relacionado con la falta de conocimiento y entendimiento suficiente sobre la protección frente a la radiación por parte de los profesionales sanitarios. Las investigaciones han demostrado que existe una subestimación extendida de las dosis y los riesgos (Lee et al., 2004; Thomas et al., 2006; Lam et al., 2015). Es necesario garantizar que todos los médicos prescriptores remitentes poseen la experiencia, la educación y los recursos suficientes para comunicar de manera clara y eficaz los beneficios y los riesgos de las pruebas de diagnóstico por imagen pediátrica.

Resulta cada vez más evidente que la comunicación efectiva con los pacientes y cuidadores es crítica en el cuidado centrado en el paciente, además de ser un aspecto importante a la hora de proporcionar una atención sanitaria eficaz. Esto también se aplica en la población pediátrica en relación a la comunicación de los beneficios y los riesgos derivados de las pruebas de imagen médica. Sin embargo, la cantidad y la calidad de la formación en comunicación que reciben los profesionales sanitarios, unidas a la falta de recursos disponibles para estos, obstaculizan la comunicación efectiva en estas situaciones. Los siguientes apartados ofrecen información más detallada sobre estrategias de comunicación para los profesionales sanitarios.

### **3.1.2 La comunicación de los beneficios y los riesgos de la radiación**

La comunicación de los riesgos de la radiación en imagen pediátrica puede tener lugar mediante diferentes vías: una comunicación centrada en los profesionales (comunicación entre los diferentes profesionales implicados en la atención sanitaria de los niños, como, por ejemplo, los médicos prescriptores remitentes, los médicos realizadores de procedimientos radiológicos y otros profesionales sanitarios) y una comunicación centrada en el paciente (comunicación entre los profesionales sanitarios y los pacientes, padres y cuidadores).

#### **3.1.2.1 Comunicación centrada en los profesionales**

Los radiólogos juegan un papel único en la explicación de los beneficios y los riesgos del radiodiagnóstico al médico prescriptor remitente. El equipo de imagen médica (radiólogos, técnicos/auxiliares en radiología, especialistas en física médica) puede ayudar orientando y aconsejando en las decisiones del médico prescriptor remitente en lo relativo a la elección de una prueba de imagen en concreto. Esta conversación se puede mejorar mediante la inclusión de otros profesionales y especialistas sanitarios pertinentes (por ejemplo, personal de enfermería, cirujanos, médicos de urgencias). A pesar de que dicho diálogo multidisciplinar sobre los riesgos de la radiación no puede aplicarse a todos los pacientes, debería respaldarse como una buena práctica en las instalaciones médicas (por ejemplo, seminarios habituales sobre comunicación de riesgos). Por ejemplo, el médico de cabecera o el pediatra pueden responder a preguntas de pacientes y familiares según la información que le proporcione el equipo de radiodiagnóstico. Mediante el trabajo de todos los miembros del equipo de atención sanitaria se puede establecer la mejor estrategia para reducir al mínimo la dosis, al tiempo que se mantiene la calidad del diagnóstico por imagen y, en consecuencia, se reducen los riesgos de radiación innecesarios en los pacientes pediátricos. La comunicación entre los profesionales sanitarios se analizará en detalle en el **apartado 3.3**.

### 3.1.2.2 Comunicación centrada en el paciente

Las labores de los médicos prescriptores y de los médicos que realizan procedimientos radiológicos en la comunicación de los beneficios y los riesgos de las pruebas de imagen son diferentes pero se complementan. Por lo general, el médico prescriptor (por ejemplo, un pediatra o un médico de familia) es la primera fuente y de mayor confianza de la comunicación directa con el paciente y la familia. Es habitual que el médico prescriptor sea la única fuente de información con respecto a la prueba de imagen. La capacidad de este profesional de escuchar, responder preguntas y abordar preocupaciones con respecto a los beneficios y los riesgos de la radiación es crucial en esta situación. Mientras que, generalmente, el análisis de los riesgos de la radiación que tiene lugar entre el médico prescriptor y el paciente y la familia o los cuidadores es de carácter más general, el radiólogo puede contribuir a desarrollar un diálogo más detallado, en caso de que ocurra, y centrado en las dosis de radiación y los riesgos asociados al procedimiento concreto que se va a llevar a cabo. En los **apartados 3.1.5 y 3.1.7** se proporcionan algunos ejemplos de este tipo de mensajes.

Los pacientes y sus familias/cuidadores y los técnicos/auxiliares en radiodiagnóstico a menudo debaten sobre el procedimiento médico de imagen. Aquí surge una oportunidad de proporcionar información y responder preguntas o abordar preocupaciones. En circunstancias excepcionales se incluye al especialista en física médica en los diálogos con los pacientes/padres. El personal de enfermería, los auxiliares y los recepcionistas interactúan con los pacientes y las familias, y estos pueden hacerles preguntas en cualquier momento. Es importante preparar al personal para que sepa cómo gestionar dichas preguntas (por ejemplo, proporcionar recursos o directrices claras al personal que pueda verse implicado en dichos diálogos).

Además de los dos ámbitos de comunicación descritos anteriormente, algunas otras organizaciones que ofrecen consideraciones únicas sobre comunicación son las autoridades sanitarias, los organismos reguladores en materia de radiación y las instituciones de investigación. Estas juegan un papel muy significativo en lo relativo a la explicación de los riesgos de la radiación al público, a los legisladores y a otras partes implicadas en la toma de decisiones. Las autoridades competentes deben alentar a todas las partes implicadas a identificar los beneficios y los riesgos de la exposición a la radiación de los niños y aunar esfuerzos orientados hacia una adecuada utilización del diagnóstico por imagen en pediatría para mejorar la seguridad y la calidad de la radiación en la atención sanitaria. A través de una estrategia eficaz de comunicación de los riesgos, las asociaciones profesionales pueden defender que el uso de los procedimientos esté justificado y que se pongan en marcha estrategias enfocadas hacia la reducción de las dosis. Este grupo exclusivo se analizará en detalle en el **apartado 3.3**.

### 3.1.3 La comunicación con el paciente pediátrico

Los profesionales sanitarios de atención primaria (como médicos de familia o pediatras) son generalmente los primeros responsables involucrados en el proceso de atención sanitaria en lo relativo a la comunicación con los pacientes pediátricos. En función de las características del procedimiento, este diálogo pueden complementarlo los miembros del equipo de diagnóstico por imagen (técnico en radiodiagnóstico, médico especialista).

La imagen pediátrica comprende una amplia variedad de pacientes de diferentes edades, desde neonatos hasta adolescentes. Estas diferencias en el desarrollo emocional y en las capacidades cognitivas asociadas a la edad deberían tenerse en cuenta a la hora de personalizar la estrategia de comunicación (por ejemplo, el tipo, la cantidad y la complejidad de la información) y el espacio físico (por ejemplo, garantizar un espacio privado para dialogar sobre radiación y el posible embarazo en pacientes de sexo femenino). La edad del niño no es el único factor que deben tener en cuenta los profesionales sanitarios; sus antecedentes familiares también influyen en el diálogo. La situación generalmente conlleva la interacción entre el padre/la madre/los padres, el niño y el médico, y en ocasiones también otros familiares. Los padres se muestran protectores y defensores de sus hijos. Puede existir una tendencia a proteger a los niños de alguna información relacionada con el procedimiento, lo que puede conducir a la exclusión inadecuada de algunos pacientes pediátricos del análisis de beneficios y riesgos.

Existen estrategias para la comunicación de los riesgos de la radiación entre los profesionales de la salud y el paciente pediátrico. Algunos ejemplos se encuentran disponibles en material en formato físico y páginas web (ver Anexo C). La información debería ser lo suficientemente amplia como para abordar todos los aspectos necesarios que surgen al dialogar sobre los riesgos de la radiación junto otros riesgos/miedos (por ejemplo, introducirse en una máquina desconocida, tener que permanecer inmóvil). Es posible anticipar algunas preguntas y abordarlas durante el análisis de beneficios y riesgos con el paciente y la familia (Larson et al., 2007). El diálogo con los pacientes adultos respalda un proceso de toma de decisiones informado de conformidad con la autonomía del paciente. En radiodiagnóstico pediátrico, es necesario comprender que es posible que los padres tengan que asumir la responsabilidad del riesgo del daño que puede ocasionar el procedimiento a su hijo. En cambio, la situación es muy diferente cuando el análisis de los riesgos se produce con un paciente adulto.

### 3.1.4 Cómo establecer un diálogo en un entorno clínico

#### Preparación para la comunicación centrada en los profesionales

A continuación, se presentan resumidos algunos aspectos que se deben tener en cuenta en la comunicación centrada en los profesionales (ver también **Figura 15**).

1. Adopte medidas para estar preparado:
  - Asegúrese de que el historial radiológico se encuentre disponible en el expediente o historial médico del paciente para su revisión
  - Estudie en su historial médico los antecedentes sobre posibles diagnósticos y pronósticos (este aspecto puede influir en el diálogo)
  - Tenga en cuenta que aquellos niños que presenten problemas médicos crónicos son más propensos a tener que someterse a repetidas pruebas y, por lo tanto, pueden existir problemas relativos a la dosis acumulada debido a esta situación.
  - Observe y valore a sus interlocutores:
    - i. Tenga en cuenta el nivel de información y conocimiento relativos a las dosis y los riesgos de radiación que poseen otros profesionales sanitarios con los que tendrá que comunicarse.
    - ii. Tenga en cuenta sus perspectivas personales sobre el riesgo y el grado de familiarización con los procedimientos y las modalidades de imagen médica.
    - iii. Defina el estilo de comunicación que considera mejor para esa situación o profesional(es) concretos.
2. Anticípese a las preguntas y prepare las respuestas:
  - Defina términos generales relacionados con la radiación (por ejemplo, beneficios, riesgos, dosis, tipo de exposición).
  - Realice comparaciones entre disciplinas/modalidades de diagnóstico por imagen que empleen radiación ionizante (por ejemplo, radiodiagnóstico, medicina nuclear, procedimientos intervencionistas guiados por imágenes) y otras que no la empleen (por ejemplo, ecografía, resonancia magnética).
  - Identifique las diferencias entre los procedimientos tradicionales en adultos y las pruebas de imagen médica en niños, en lo relativo a la manera en que se lleva a cabo el procedimiento y a las dosis habituales.
  - Elabore su mensaje teniendo en cuenta los papeles de las demás partes involucradas en el cuidado del paciente para garantizar la coherencia de los mensajes.
  - Determine qué información de otros profesionales sanitarios es necesaria (especialistas médicos, personal de enfermería, etc.) para prepararse mejor para este intercambio.
  - Identifique las fuentes de dicha información:
    - i. fuentes publicadas (por ejemplo, esta herramienta)
    - ii. fuentes fiables de internet
    - iii. expertos

**Preparación para la comunicación centrada en el paciente**

Aspectos que se deben tener en cuenta en la comunicación centrada en el paciente (ver también **Figura 15**)

1. Participe en un diálogo centrado en el paciente y comunique mensajes clave:
  - Centre los mensajes clave en la información relevante que tranquilizará al paciente/a los padres. Comunique mensajes informativos, comprensibles, concretos y claros. Emplee un lenguaje sencillo y evite números y términos médicos y científicos que resulten complejos.
  - Explique las razones por las que se recomienda ese procedimiento en concreto.
  - Haga especial hincapié en los beneficios y en la necesidad médica al comunicar los riesgos conocidos y potenciales de la radiación. Evite causar pánico y miedo innecesario en los pacientes y en los padres.
  - Explique detalladamente aquello que se ha llevado a cabo (o se llevará a cabo) para reducir al mínimo los riesgos en el paciente durante el proceso recomendado.
  - Ilustre los riesgos de radiación mediante comparaciones establecidas con respecto a otros tipos de riesgos y utilizando diferentes enfoques (ver ejemplos en el apartado 3.1.5). Evite en la medida de lo posible el uso de estadísticas y números complejos al comunicar los riesgos de la radiación.
  - Utilice técnicas de escucha activa para garantizar que los pacientes y los padres sienten que les escucha y les entiende al dialogar sobre preocupaciones, miedos y preguntas sobre la prueba de imagen médica.
  - Recuerde que la comunicación y el entendimiento efectivos a menudo dependen de la repetición de mensajes clave.
  - Emplee una comunicación centrada en los interlocutores y un lenguaje apropiado en función del paciente y sus cuidadores.
    - i. Reconozca siempre que agradece las preguntas o dudas fruto de la preocupación por su hijo.
    - ii. Tenga en cuenta la situación específica del paciente y cuidadores, incluido el nivel de alfabetización, su lengua nativa, la fluidez del lenguaje y su grado de familiarización con las cuestiones y los procedimientos médicos.
    - iii. Aborde sus perspectivas del riesgo concretas (ver Cuadro 3.1),
    - iv. Comunique de forma clara, con empatía, teniendo en cuenta el miedo o la aprensión del paciente y/o cuidadores.
    - v. Defina el estilo de comunicación que considera mejor para el paciente concreto y su situación personal (ver la sección 3.1.5 sobre ejemplos prácticos)

**Figura 15.** Aspectos que se deben tener en cuenta al establecer un diálogo en un entorno clínico.



- En ciertas situaciones, puede ser de utilidad preparar un folleto/impreso de carácter general, breve e informativo, para respaldar el diálogo.
- Prepárese para abordar las preguntas del paciente, los padres o los cuidadores.

### 3.1.5 Ejemplos prácticos de comunicación con pacientes pediátricos

El lenguaje común empleado en la protección frente a la radiación puede no resultar muy comprensible para aquellas personas ajenas al ámbito especializado; por ejemplo, las unidades de dosis de radiación, el riesgo, los coeficientes y las probabilidades nominales de los efectos estocásticos resultan difíciles de entender (Picano, 2004). Cuando los pacientes y sus padres o cuidadores preguntan sobre las dosis de radiación, en realidad están preocupados por los riesgos asociados. Existen diferentes maneras de comunicarles las dosis de radiación y los riesgos de un procedimiento de imagen pediátrica concreto.

A menudo se realizan comparaciones con respecto a exposiciones de radiación más conocidas, a pesar de que plantean algunas salvedades que ya se comentaron en el **apartado 1.2.1**. Por ejemplo, las dosis de radiación en imagen médica se comunican frecuentemente como múltiplos de una radiografía de tórax. Aunque hablar de «número equivalente de radiografías de tórax» puede ayudar a entender el grado de exposición, la comparación con estas dosis pequeñas puede resultar engañosa e innecesariamente alarmante si no se explica de forma adecuada.

También se realizan comparaciones entre las dosis de radiación en procedimientos médicos y el periodo equivalente de exposición a la radiación natural de fondo. Tal y como se analizó en el **apartado 1.2.1**, la radiación natural de fondo conlleva exposiciones de cuerpo completo, mientras que la exposición de radiación en la imagen médica se centra en una única zona del cuerpo. Es necesario explicar esto al realizar las comparaciones. Se ha propuesto la exposición equivalente a la radiación cósmica en los viajes aéreos de negocios como medida para comparar las dosis de radiación. Aunque las dosis durante el vuelo debido a la radiación cósmica dependen del itinerario del vuelo (latitud, altitud y duración) y presentan variaciones estacionales, para la comparación se puede considerar que la dosis efectiva habitual total de un vuelo transatlántico es aproximadamente de 50  $\mu\text{Sv}$  (Butikofer y Fluckiger, 2011). Como se ha mencionado anteriormente, la comparación con dichas pequeñas dosis puede resultar engañosa y debe explicarse cuidadosamente. Los riesgos de radiación pueden compararse con niveles equivalentes de riesgos asociados a actividades cotidianas como cruzar una calle o conducir un vehículo (Picano, 2004; Fahey, Treves y Adelstein, 2011).

La elección de las comparaciones más acertadas para un paciente específico debería estar basada en la situación concreta, las percepciones personales del paciente y de sus padres o cuidadores con respecto a los riesgos, y las preferencias personales y la capacidad del profesional sanitario. El mensaje no solo está relacionado con los hechos, sino también con la forma en que se presentan los hechos (ver **Cuadro 3.2**).

## Cuadro 3.2 Mensajes: un ejemplo de dos formas diferentes de presentar los hechos relacionados con el riesgo de exposición a la radiación

Tras realizar una TC pélvica a una paciente embarazada en urgencias para evaluar el traumatismo causado por un accidente de automóvil, el primer profesional que la evalúa es su médico de atención primaria. ¿Qué afirmación ofrece la respuesta más adecuada a su pregunta sobre el riesgo para el feto?

A. «La TC a la que se sometió hace dos semanas probablemente ha duplicado el riesgo de que su hijo desarrolle cáncer antes de los 19 años». [0,6% vs. 0,3%]

B. «La TC fue una prueba importante que permitió a los médicos evaluar y tratar rápidamente sus lesiones que, de haber sido de otra forma, podrían haber puesto su salud y la de su bebé en peligro. El riesgo de consecuencias negativas es muy reducido y la probabilidad de que se produzca un desarrollo normal es casi la misma que en cualquier otro niño». [96,7% vs. 96,4%]

Al valorar los beneficios y los riesgos, existe un riesgo importante que a menudo se pasa por alto: el riesgo de no realizar una prueba que puede desembocar en un diagnóstico erróneo y el comienzo demasiado tardío de un tratamiento que permita mejorar el resultado médico. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de mejorar la esperanza de vida de un paciente gracias a un diagnóstico y un tratamiento tempranos en comparación con el nivel de riesgo de padecer cáncer y su estado latente en función de la edad del paciente y otras comorbilidades.

Es habitual que los pacientes y sus cuidadores personalicen los riesgos, incluso cuando los científicos intentan despersonalizarlos. Esto ocurre sobre todo en sujetos que poseen poco conocimiento sobre los conceptos de la protección frente a la radiación o sobre estadísticas en general. Por ejemplo, una comparación de «uno entre un millón» para expresar el riesgo de padecer cáncer puede significar un riesgo bajo para la comunidad científica. Sin embargo, los pacientes, padres y cuidadores pueden personalizar los riesgos y pensar que ese «uno» podrían ser ellos o su ser querido (EPA, 2007). Esta tendencia a personalizar el riesgo se observa sobre todo en situaciones de estrés, como cuando es necesario someter a un niño a un procedimiento de imagen. La **Tabla 12** muestra algunos ejemplos de preguntas clínicas sobre el riesgo de las pruebas radiológicas y sus posibles respuestas. Se proporcionan más ejemplos en el **apartado 3.1.6**.

**Tabla 12.** Preguntas clínicas sobre los riesgos de una prueba radiológica y posibles respuestas

Pregunta	Posibles respuestas
«¿Por qué recomienda esta prueba radiológica?»	«Necesitamos más información para aclarar el diagnóstico de su hijo y orientar nuestro tratamiento. Esta prueba radiológica puede proporcionar esa información de forma rápida y precisa».
«¿Existen riesgos asociados a esta prueba radiológica?»	«Una preocupación es la posibilidad de desarrollar cáncer debido a la radiación emitida por la prueba».
«¿Cómo de alto es el riesgo?»	«El riesgo de esta prueba radiológica es muy bajo, si existiese. No estamos seguros de que exista riesgo al aplicar dosis muy bajas, como aquellas dosis que se aplican en la gran mayoría de procedimientos de rayos X o TC».
«¿Cuál es el resultado si comparamos el riesgo asociado a esta prueba radiológica con el riesgo de [la enfermedad de mi hijo]?»	«He estudiado atentamente su situación actual y he tenido en cuenta muchos factores». En función de las circunstancias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Me preocupa bastante que su hijo pueda tener una lesión o una enfermedad grave. El riesgo de esta prueba radiológica es, como máximo, muy pequeño en comparación con el riesgo de la posible enfermedad. Por eso, lo adecuado es realizar esta prueba radiológica».</li> <li>• «En este momento, su hijo parece presentar un riesgo muy bajo de sufrir una enfermedad grave. Aunque los posibles riesgos asociados a la prueba radiológica son muy bajos, la prueba no es la mejor opción en este caso. Si la enfermedad de su hijo empeora, quizás sea necesario realizar esta prueba radiológica».</li> </ul>
«¿Cuándo se presentarán estos riesgos?»	«El riesgo derivado de la ausencia de un diagnóstico puede ocurrir ya, en los próximos minutos/horas/días. Los posibles efectos de las bajas dosis de radiación, como esta prueba radiológica, tardarían más en aparecer (varios años)».
«¿Cuál es la forma de proceder más segura?»	«Si comparamos los posibles riesgos de la prueba radiológica con el riesgo de la enfermedad de su hijo, la forma de proceder más segura es...»
«¿Cuáles son mis opciones?»	«Las opciones son realizar esta prueba radiológica ya o esperar. Otras opciones son utilizar una prueba médica diferente, como ecografías o resonancia magnética, someterlo a una cirugía o a terapia médica en función de la información disponible (sin la prueba radiológica), u observar los cambios en la enfermedad de su hijo. Si la enfermedad empeora, quizás sea necesario realizar esta prueba radiológica».

Fuente: adaptado, con autorización, de Broder y Frush (2014)

En resumen, se emplean diferentes enfoques para comunicar a los pacientes/padres las dosis de radiación y los riesgos asociados:

1. Exposición a la radiación comparada con:
  - exposición natural de fondo
  - horas de vuelo en los viajes aéreos comerciales
  - número de chequeos por rayos X
  - otras situaciones de exposición a la radiación.
2. Riesgo de radiación presentado como:
  - estimaciones cuantitativas (por ejemplo, 1 de cada 10.000 o 0,01%)
  - estimación cualitativa (por ejemplo, riesgo bajo)
  - comparación con el nivel del riesgo base (por ejemplo, un riesgo adicional del 0,01% que se añade al 40% de media de riesgo base de incidencia de cáncer)
  - comparación con otros riesgos de la vida cotidiana (por ejemplo, la conducción de vehículos).

### 3.1.5.1 Esquematización de mensajes

La esquematización de mensajes se desarrolló a principios de los años noventa como herramienta para la comunicación de los riesgos para la salud pública. El esquema de mensaje muestra diferentes niveles de información organizada jerárquicamente como respuestas a preguntas y preocupaciones anticipadas de manera clara, concisa, transparente y accesible. La esquematización de mensajes requiere:

1. anticiparse a las preguntas y preocupaciones de las partes implicadas;
2. organizar los pensamientos y las ideas que van a servir como respuesta a las preguntas y preocupaciones; y
3. desarrollar mensajes clave y respaldar la información.

Una plantilla de esquema de mensaje es un cuadro con diferentes apartados. El nivel superior del cuadro identifica a los interlocutores y la pregunta o preocupación que se va a abordar. El segundo nivel del cuadro contiene tres mensajes clave que responden la pregunta o preocupación. El tercer nivel contiene información que sirve de apoyo en grupos de tres debajo de cada mensaje clave, en forma de ilustraciones, analogías, ejemplos, historias y/o fuentes de información. La **Tabla 13** ofrece un ejemplo de la esquematización de mensajes en radiodiagnóstico pediátrico mediante el uso de esta plantilla.

## 3.1.6 Preguntas y respuestas para la comunicación centrada en el paciente

### 3.1.6.1 Preguntas generales sobre radiación y radiodiagnóstico pediátrico

#### a) ¿Qué es un procedimiento de diagnóstico por imagen?

- Un procedimiento de diagnóstico por imagen es todo procedimiento que crea imágenes (fotografías) para ayudar a establecer un diagnóstico o guiar el tratamiento.
- Los procedimientos de diagnóstico por imagen que emplean radiación ionizante son: radiografías convencionales y tomografía computarizada (fotografías hechas de rayos X), fluoroscopia (vídeos hechos con rayos X), pruebas de medicina nuclear (por ejemplo, gammagrafía ósea, renal o pulmonar) e incluyen imagen híbrida (es decir, imagen combinada como la tomografía por emisión de positrones, PET-TC).
- Existen otros procedimientos de diagnóstico por imagen, como la ecografía y la resonancia magnética (RM), que no emplean la radiación ionizante.

**Tabla 13.** Ejemplo de esquematización de mensajes en imagen pediátrica

Partes implicadas: padres		
Pregunta anticipada: ¿Qué cantidad de radiación va a recibir mi hijo en esta TC craneal?		
Mensaje clave 1	Mensaje clave 2	Mensaje clave 3
Esta TC se recomienda ahora para ayudar a determinar el diagnóstico y guiar el tratamiento de su hijo	Su hijo recibirá la dosis más baja posible sin disminuir la calidad diagnóstica de las imágenes	Esta TC se encuentra médicamente indicada y se realizará de forma adecuada, por lo que el peso de los beneficios será mayor que el de los riesgos de radiación
Información de apoyo 1-1	Información de apoyo 2-1	Información de apoyo 3-1
Hemos evaluado la enfermedad clínica de su hijo y estamos de acuerdo en que necesitamos confirmar el diagnóstico para tomar una decisión con respecto al tratamiento (ejemplos/historias)	Existen muchas técnicas para disminuir la dosis sin comprometer el diagnóstico (ejemplos, comunicación visual)	La dosis de radiación será baja, similar a varios meses de exposición a la radiación natural de fondo (analogías, tablas, comunicación visual)
Información de apoyo 1-2	Información de apoyo 2-2	Información de apoyo 3-2
Hemos valorado otras pruebas alternativas y estamos de acuerdo en que esta es la prueba indicada para su hijo (directrices de referencia)	Esta instalación de radiodiagnóstico emplea un equipo, protocolos y técnicas apropiadas para los niños (certificación, auditorías)	El riesgo de radiación es bajo y la probabilidad de obtener un resultado adverso (riesgo de cáncer) será casi la misma que en cualquier otro niño: el riesgo de incidencia de cáncer a lo largo de la vida del 35-40% (analogías, tablas, fuentes ilustrativas para la comunicación visual)
Información de apoyo 1-3	Información de apoyo 2-3	Información de apoyo 3-3
Esta prueba debe realizarse ya para evitar cualquier retraso en el tratamiento, en caso de que se confirme el diagnóstico (ejemplos, datos científicos)	Esta instalación compara regularmente sus dosis con los niveles de referencia nacionales e internacionales y se mantiene dentro de los valores aceptados (niveles de referencia para el diagnóstico pediátrico)	La TC la interpretarán especialistas en radiodiagnóstico con la formación necesaria para identificar anomalías y su gravedad. El informe se comunicará al médico prescriptor remitente, que tomará las decisiones relativas al tratamiento y seguimiento (historias, ejemplos).

**b) ¿Cuándo se considera que la radiación es demasiado alta?**

- Cuando una prueba radiológica de imagen se justifica y se considera apropiada, el peso de los beneficios que tendrá para el niño supera al de los riesgos. Por este motivo, no existe limitación para las dosis de radiación relativamente bajas empleadas para diagnóstico y gestión de la enfermedad.
- Las dosis de radiación bajas asociadas al diagnóstico médico y a las intervenciones guiadas por imágenes presentan un riesgo bajo en el peor de los casos. El posible riesgo es bajo comparado con los beneficios reconocidos y demostrados de la imagen médica y ello se tiene en cuenta en el proceso de la justificación.
- Los riesgos de las bajas dosis de radiación empleadas en los procedimientos de radiodiagnóstico son, por lo general, reducidos. La probabilidad de desarrollar cáncer a lo largo de la vida si una persona nunca se ha sometido a una prueba radiológica es superior a 1 entre 3. Las dosis

bajas de radiación utilizadas en los procedimientos de radiodiagnóstico pueden incrementar ligeramente este riesgo. En dosis altas, como aquellas empleadas en algunos procedimientos intervencionistas muy complejos y para la radioterapia, la lesión tisular, como el eritema, muy raramente aparece en niños.

**c) ¿Qué procedimientos de imagen emplean radiación ionizante?**

- Los procedimientos de imagen más habituales que emplean radiación ionizante son: radiografía convencional, tomografía computarizada (TC), fluoroscopia, pruebas de medicina nuclear, incluida la tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía de emisión de fotón único (SPECT), así como las técnicas híbridas que combinan estas modalidades (por ejemplo, PET-TC).

**d) ¿Qué procedimientos de imagen no emplean radiación ionizante?**

- Dos técnicas de imagen habituales que no emplean radiación ionizante son la ecografía y la resonancia magnética (RM).

**e) ¿Por qué no podemos optar por un procedimiento que no emplee radiación ionizante?**

- El médico de su hijo (por ejemplo, el pediatra, los médicos de familia) puede dialogar con el especialista en diagnóstico por imagen para que le asista en la determinación del tipo de prueba que puede resultar más adecuada.
- Hemos pensado en utilizar pruebas que no empleen radiación, pero hemos concluido que no nos proporcionarían la información necesaria.
- Tras analizar detenidamente las necesidades médicas personales de su hijo, este es el mejor procedimiento para responder a la pregunta clínica.
- Aunque existen otros procedimientos que no emplean radiación, este procedimiento será el que mejor nos proporcione la información necesaria para determinar el tratamiento más adecuado.

**f) ¿Es necesario que mi hijo se someta a esta prueba? ¿Lo necesita en este mismo momento?**

- El médico prescriptor remitente y el radiólogo han llevado a cabo un análisis de los beneficios y los riesgos de la prueba de diagnóstico por imagen recomendada. Han estudiado la posibilidad de realizar otras pruebas alternativas, y este procedimiento específico es el recomendado para determinar el diagnóstico y/o el tratamiento de su hijo.
- Aunque algunas enfermedades pueden ser autolimitadas y las pruebas para las mismas se puedan posponer, otras enfermedades requerirán una investigación más temprana para ayudar en el cuidado de su hijo.

**g) ¿Es peligroso este procedimiento? ¿Existen efectos a largo plazo o un riesgo incrementado que debamos tener en cuenta?**

- Las pruebas de imagen proporcionan información muy importante que permite a los profesionales sanitarios tomar decisiones informadas con respecto al cuidado de su hijo (incluso si los resultados de la prueba son normales) y pueden salvarle la vida. Los riesgos de radiación de las pruebas de diagnóstico por imagen son reducidos. Cuando una investigación se encuentra justificada, el riesgo de no someterse al procedimiento de radiación es mucho más elevado que el riesgo de radiación resultante del proceso en sí mismo.
- Se sabe que existe un riesgo aumentado, aunque muy bajo, de desarrollar cáncer en aquellas personas que se han expuesto a dosis bajas de radiación.
- La probabilidad que tiene cualquier niño de desarrollar cáncer a lo largo de su vida es superior a 1 entre 3 (por ejemplo, en algunos países se sitúa en torno al 40%)<sup>1</sup>. Esta posibilidad natural

---

<sup>1</sup>. El riesgo base de cáncer a lo largo de la vida varía en función del país, y en algunos países como en los Estados Unidos de América el porcentaje es superior al 40% (BEIR, 2006). En caso de disponer de datos nacionales/locales, esta pregunta podría personalizarse en consecuencia.

de desarrollar cáncer puede verse muy ligeramente incrementada al practicar una prueba de imagen con radiaciones.

- Los riesgos generalmente son más altos en edades más tempranas; por ejemplo, los riesgos son más altos en recién nacidos, en comparación con niños de edades superiores.

#### h) ¿Cuáles son los beneficios frente a los riesgos?

- Los beneficios de la imagen médica son numerosos. Por ejemplo, para obtener un diagnóstico preciso, una orientación de terapia exacta, un seguimiento de la progresión o remisión de la enfermedad y para la determinación del tratamiento.
- Los riesgos de la radiación asociados a las dosis bajas de radiación empleadas en los procedimientos de radiodiagnóstico son generalmente reducidos. La probabilidad que cualquiera tiene de desarrollar cáncer a lo largo de su vida es superior al 33,3% (en algunos países es superior al 40). Las dosis bajas de radiación empleadas en los procedimientos de radiodiagnóstico pueden incrementar ligeramente este riesgo. En dosis altas, como aquellas empleadas en algunos procedimientos intervencionistas muy complejos y para la radioterapia, pueden aparecer lesiones tisulares, como el eritema.

#### i) ¿Quién interpreta los resultados y cómo los obtenemos?

- El objetivo de las pruebas radiológicas de imagen es ayudar en la determinación de un diagnóstico preciso y temprano para mejorar los resultados sanitarios. Las consecuencias de no someterse a los procedimientos solicitados de manera apropiada pueden afectar los resultados sanitarios debido a un tratamiento y diagnóstico tardío o incorrecto en su hijo.

#### j) Who interprets the results and how do we get them?

- Los procedimientos de imagen los interpretan especialistas con la formación necesaria para identificar anomalías en las imágenes y su gravedad, así como para emitir una opinión con respecto a la necesidad de practicar otras pruebas. Estos expertos generalmente son radiólogos, médicos especialistas en medicina nuclear y, en algunos países, otros médicos o técnicos/auxiliares en radiodiagnóstico acreditados.
- Los informes de radiodiagnóstico se comunican al médico prescriptor remitente, quien los comparte y analiza con los pacientes/cuidadores y con otros miembros del equipo sanitario.
- En algunas instalaciones de imagen se envían los informes directamente al paciente, pero es necesario tomar las precauciones necesarias para garantizar que un profesional clínico con formación y experiencia pueda explicar y situar en contexto los informes a los pacientes/cuidadores.

#### k) ¿Qué cantidad de radiación recibirá mi hijo en la prueba de imagen?

- Es importante mantener las dosis que reciben los niños a unos niveles tan bajos como sea posible, sobre todo porque los tejidos de los niños son más sensibles a la radiación y porque tienen más tiempo por delante para desarrollar efectos tardíos como el cáncer.
- Existen numerosas maneras de reducir la dosis y el riesgo en el diagnóstico por imagen en pediatría sin comprometer los datos de dicho diagnóstico ni la interpretación de la imagen.
- La dosis de radiación de su hijo se ajustará en función del procedimiento y el detalle de las imágenes necesarias para establecer el diagnóstico y teniendo en cuenta el tamaño de su hijo. Para conseguir una imagen aceptable en los niños de más corta edad se necesitan menores niveles de radiación.

#### l) Se puede ajustar la dosis para que mi hijo reciba la dosis más baja posible?

- Sí, existen muchas técnicas que permiten reducir la dosis y el riesgo en la imagen pediátrica sin comprometer la calidad de diagnóstico de las imágenes.
- En nuestras instalaciones, se emplea un sistema para calcular las dosis adaptadas al tamaño del niño en las pruebas radiológicas.

**m) ¿Cómo podemos estar seguros de que la elección de la dosis en función del tamaño del niño se utilizará en este procedimiento?**

- Cuando una prueba de imagen es necesaria y se encuentra justificada, es posible comprobar que la instalación de radiodiagnóstico emplea las técnicas y los protocolos adecuados para garantizar que se aplica la dosis correcta.
- Comparamos periódicamente nuestras dosis con los estándares y valores de referencia nacionales e internacionales y nos mantenemos dentro de los valores establecidos.

**n) ¿Cómo sabré si se aplica en mi hijo la dosis de radiación correcta?**

- La dosis real variará en función del tamaño de su hijo y la información que se necesita obtener.
- En diferentes fuentes nacionales e internacionales se puede encontrar guías útiles para las instalaciones de radiodiagnóstico (por ejemplo, protocolos recomendados por Image Gently<sup>1</sup>) y, en muchos países, también se encuentran disponibles los registros de las dosis que proporcionan valores de referencia llamados niveles de referencia para el diagnóstico.
- Los técnicos/auxiliares en radiodiagnóstico que realicen el procedimiento radiológico de su hijo podrán confirmar que se siguen o que se han seguido los pasos correctos para utilizar la cantidad mínima de radiación necesaria para obtener la información requerida.

**o) ¿Con quién pueden hablar los padres sobre sus preocupaciones?**

- Existen numerosos profesionales médicos involucrados en el cuidado pediátrico. El primer profesional con el que tienen contacto y al que pueden dirigir las preguntas relacionadas con el cuidado de su hijo es el profesional sanitario de atención primaria (por ejemplo, el pediatra, el médico de familia), ya que estará más familiarizado con la enfermedad de su hijo y su historial médico, así como con el plan de tratamiento en marcha.
- El especialista en diagnóstico por imagen o el médico realizador de procedimientos radiológicos y su equipo de apoyo (por ejemplo, el especialista en física médica/sanitaria, el técnico/auxiliar en radiodiagnóstico) podrán responder a preguntas concretas sobre la seguridad del procedimiento, el cálculo de la dosis en función del tamaño del niño y el riesgo de radiación.
- El personal de enfermería y el personal de apoyo sanitario puede ayudar a facilitar la comunicación con los profesionales sanitarios y puede proporcionar folletos/impresos informativos.

### **3.1.6.2 Tomografía computarizada (TC)**

**a) ¿Qué es una TC?**

Una TC<sup>2</sup> o tomografía computarizada es una prueba radiológica de imagen que emplea rayos X para obtener imágenes detalladas de las estructuras y los órganos internos de su hijo.

**b) ¿Qué beneficios proporciona una TC?**

- Las TC proporcionan imágenes transversales y en 3D del cuerpo y muestran los órganos y los detalles internos que no se aprecian en las radiografías convencionales<sup>3</sup>.
- La TC proporciona de manera rápida y fiable información médica muy valiosa que puede salvar la vida del paciente. Resulta particularmente útil para la imagen craneal, torácica, abdominal/pélvica y ósea.
- Cuando se emplea de manera adecuada y la dosis de radiación se optimiza, el beneficio que se obtiene de la TC es notablemente mayor que el daño que pudiera causar. El riesgo de no someterse a una TC justificada es mucho más elevado que el riesgo de radiación.

<sup>2</sup>. En algunos países es habitual referirse informalmente a la tomografía computarizada como «TAC» (Tomografía Axial Computarizada).

<sup>3</sup>. Algunas personas se encuentran más familiarizadas con el término «rayos X» para referirse de manera informal a las radiografías convencionales (aunque la TC también emplea rayos X)

**c) ¿Qué cantidad de radiación se emplea en una TC?**

- La dosis de radiación depende de la información necesaria para responder a la pregunta clínica y del tamaño del paciente.
- La dosis real la determinarán el procedimiento específico, la calidad de la imagen necesaria para el diagnóstico y el tamaño del paciente. La mayoría de los equipos de TC cuentan con tecnología automática de reducción de dosis que ayuda a optimizar la dosis, también para los niños.
- Algunos órganos en niños resultan más sensibles a la radiación que en adultos, y los niños presentan una esperanza de vida mayor en la que podría desarrollar efectos tardíos, como el cáncer. Un rasgo común que comparten todas las instalaciones de TC es el principio de mantener las dosis en los niveles más bajos que resulte razonablemente posible (ALARA), sobre todo en niños.
- La reducción de la dosis no debería comprometer la calidad diagnóstica de las imágenes. Existen numerosas técnicas para reducir la dosis y el riesgo en imagen pediátrica sin comprometer la calidad diagnóstica.
- En nuestras instalaciones, se emplea un sistema para calcular las dosis adaptadas al tamaño del niño en las pruebas radiológicas.

**d) ¿Por qué recomienda una TC?**

- Debido a las necesidades médicas específicas de su hijo, este es el mejor procedimiento para conseguir la información que necesitamos para tratarlo, y esta información no se puede obtener mediante técnicas de radiografías convencionales.<sup>4</sup>
- La TC resulta ideal para obtener imágenes de ciertas zonas del cuerpo (por ejemplo, la cabeza, el tórax, el abdomen).
- Las pruebas de TC son muy rápidas y, por tanto, están especialmente indicadas en pacientes muy jóvenes o enfermos que presentan dificultades para permanecer quietos durante largos periodos de tiempo.

**e) ¿Qué tipo de información proporcionará la TC sobre mi hijo y nuestro plan de tratamiento que otras opciones/alternativas no son capaces de ofrecer?**

- La TC es la opción más apropiada para algunas zonas del cuerpo (por ejemplo, la cabeza, el tórax, el abdomen).
- Las pruebas de TC son muy rápidas y, por tanto, están especialmente indicadas en pacientes muy jóvenes o enfermos que presentan dificultades para permanecer quietos.
- Aunque existen otros procedimientos que no emplean radiación, este procedimiento es el que mejor nos proporcionará la información necesaria para elegir nuestro plan de tratamiento.

**3.1.6.3 Fluoroscopia****a) ¿Qué es una fluoroscopia?**

- Una fluoroscopia es como una película hecha con rayos X. Las pruebas fluoroscópicas emplean pulsos de rayos X para mostrar los órganos y su movimiento dentro del organismo en tiempo real.
- La fluoroscopia se utiliza tanto para la obtención de un diagnóstico por imagen como para el tratamiento guiado por imagen (por ejemplo, colocación de un catéter/globo, y otros procedimientos intervencionistas en el corazón, en el cerebro y en cualquier otra parte del organismo).
- La cantidad de radiación en las pruebas fluoroscópicas, por lo general, suele ser superior a la de las radiografías simples (por ejemplo, radiografía de tórax), y depende del tipo de procedimiento y del tamaño del paciente.

<sup>4</sup> Algunas personas se encuentran más familiarizadas con el término «rayos X» para referirse de manera informal a las radiografías convencionales (aunque la TC también emplea rayos X)

**b) ¿Por qué se recomienda la fluoroscopia?**

- Debido a las necesidades médicas específicas de su hijo, este es el mejor procedimiento para tratar a su hijo.
- Es necesario poder ver un tinte líquido, denominado «medio de contraste», discurrir por los distintos órganos y/u objetos y moverse dentro del cuerpo en tiempo real para llevar a cabo una colocación segura y precisa de los catéteres y para realizar algunas intervenciones.

**c) ¿Qué cantidad de radiación se emplea en estas pruebas?**

- La dosis de radiación variará en función de la prueba específica, la calidad de la imagen necesaria para el diagnóstico, el tamaño del paciente, la dificultad de la prueba y la configuración del equipo de imagen.
- Un rasgo común a todas las instalaciones de fluoroscopia es el principio de mantener las dosis tan bajas como sea razonablemente posible (ALARA), sobre todo en niños. La razón para ello es que algunos órganos en los niños son más sensibles a la radiación que en adultos, y los niños presentan una esperanza de vida más larga durante la que pueden desarrollar efectos tardíos, como el cáncer.
- Existen numerosas técnicas para reducir la dosis y el riesgo en imagen pediátrica sin comprometer la calidad diagnóstica de las imágenes.
- En nuestras instalaciones, se emplea un sistema para calcular las dosis adaptadas al tamaño del niño en las pruebas fluoroscópicas.

**d) ¿Cuáles son los beneficios de los estudios fluoroscópicos en los pacientes pediátricos?**

- Se trata de un procedimiento muy útil que permite obtener imágenes del cuerpo en tiempo real y colocar adecuadamente dispositivos médicos internos y estudiar los procesos internos (por ejemplo, contraste en el tracto gastrointestinal).
- Cuando la prueba se solicita de manera adecuada y se optimiza, la fluoroscopia proporciona muchos más beneficios que perjuicios.
- Además del riesgo de radiación, los posibles daños derivados de las pruebas fluoroscópicas incluyen los riesgos relacionados con el procedimiento de intervención, como infecciones o sangrado<sup>5</sup>. Aunque que el riesgo de la intervención es más elevado que el riesgo de la radiación, el beneficio de una intervención justificada es mayor que todos los riesgos. La intervención puede salvar la vida al paciente en ciertas circunstancias (por ejemplo, cardiopatía congénita).

### 3.1.6.4 Medicina nuclear

**a) ¿Qué es la medicina nuclear?**

- La medicina nuclear<sup>6</sup> evalúa la función de un órgano después de administrar al paciente una sustancia radiactiva (por ejemplo, un trazador, un radiofármaco). Las pruebas de medicina nuclear ayudan a identificar una función anómala (por ejemplo, del tiroides) o focos de función anómala (por ejemplo, gammagrafía ósea para el cáncer).
- Las pruebas de medicina nuclear también incluyen las técnicas de imagen híbridas (combinada), como la tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía de emisión de fotón único (SPECT) junto con una TC o a una resonancia magnética.

**b) ¿Por qué recomienda una prueba de medicina nuclear?**

- Debido a las necesidades médicas específicas de su hijo, este es el mejor procedimiento para obtener la información que necesitamos para tratarlo.

<sup>5</sup>. Esto puede explicarse en detalle proporcionando ejemplos relevantes para la prueba en cuestión; por ejemplo, «la infección o el sangrado en el caso de intervenciones o análisis de los vasos sanguíneos en los que el contraste (tinte) se proporciona directamente en órganos o estructuras».

<sup>6</sup>. También llamada gammagrafía o imagen nuclear.

- Las pruebas de medicina nuclear proporcionan información única sobre el funcionamiento de los órganos que no pueden proporcionar otras pruebas de imagen.

**c) ¿Qué cantidad de radiación se emplea en un estudio de medicina nuclear?**

- La dosis de radiación variará en función del procedimiento específico, los datos necesarios para la determinación del diagnóstico, el tamaño del paciente y la configuración del equipo de imagen. La mayoría de las pruebas de medicina nuclear rutinarias en niños emplean bajas dosis de radiación, (es decir, una pequeña cantidad de radiación) a menudo bastante inferior que la empleada en los estudios fluoroscópicos.
- Un rasgo común a todas las instalaciones de medicina nuclear es el principio de mantener las dosis tan bajas como sea razonablemente posible (ALARA), sobre todo en niños. La razón para ello es que algunos órganos en los niños son más sensibles a la radiación que en adultos, y los niños presentan una esperanza de vida más larga durante la que pueden desarrollar efectos tardíos, como el cáncer.
- La reducción de la dosis no debería comprometer la calidad diagnóstica de las imágenes. Existen muchas técnicas para reducir la dosis y los riesgos en imagen pediátrica sin comprometer la calidad diagnóstica.
- En nuestras instalaciones se emplea un sistema que permite calcular la dosis de radiofármacos en función del peso y conforme a unas directrices establecidas<sup>7</sup>.

**d) ¿Cuáles son los beneficios de los estudios de medicina nuclear en pacientes pediátricos?**

- Se trata de una modalidad única y muy útil que puede proporcionar información funcional importante sobre los procesos del organismo y la actividad de la enfermedad.
- Cuando se solicita de forma apropiada y se optimiza la dosis, las pruebas de medicina nuclear proporcionan muchos más beneficios que riesgos.

**e) ¿Durante cuánto tiempo permanecerá la radiactividad en el organismo del paciente?**

- La radiactividad varía, de modo que diferentes trazadores tienen diferentes periodos de semidesintegración (tiempo para que se elimine la mitad de la radiactividad del organismo). Por ejemplo, el radionucleido utilizado de manera más habitual, Tecnecio-99m, tiene un periodo de semidesintegración de 6 horas, y a todos los efectos prácticos se habrá eliminado en dos días y medio (60 horas)<sup>8</sup>.
- A pesar de que tras someterse a un procedimiento de diagnóstico la radiactividad se puede detectar con equipos sensibles, los niveles de radiación muy raramente suponen un riesgo para los demás. El equipo de medicina nuclear le informará si se da la improbable situación de que los cuidadores deban tomar precauciones con respecto a la exposición que pueda emitir el niño.

**f) ¿Existen riesgos adicionales para mi familia? ¿Debemos tomar alguna otra precaución adicional?**

- Tras las pruebas de medicina nuclear de diagnóstico no es habitual que los miembros de la familia deban tomar precauciones adicionales (ver más arriba).
- Las mujeres embarazadas que pueda haber en la familia deben solicitar asesoramiento en la instalación de medicina nuclear.

<sup>7</sup> Esta respuesta puede adaptarse a la configuración local consultando los criterios empleados en la instalación. La Asociación Europea de Medicina Nuclear (EANM, por sus siglas en inglés) y la Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SNIMMI, por sus siglas en inglés) de Norteamérica ha proporcionado recomendaciones sobre la medicina nuclear pediátrica (Gelfand, Parisi y Treves, 2011, Lassmann et al. 2007; Lassmann et al., 2008)

<sup>8</sup> Esto es solo un ejemplo. Esta pregunta puede adaptarse al procedimiento específico y al periodo de semidesintegración del radionucleido que va a emplearse.

### 3.1.7 Ejemplos de mensajes clave

#### 3.1.7.1 Mensaje principal de la campaña de Image Gently

Estos son algunos ejemplos de tres mensajes clave (y mensajes relacionados) adaptados, con autorización, de la campaña de Image Gently (<http://www.imagegently.org/Procedures/computed-Tomography>).

- a) **¡Las TC nos ayudan a salvar las vidas de los niños!**
- b) **Pero cuando adquieras una imagen, la radiación importa.**
  - i. Los niños son más sensibles a la radiación
  - ii. Lo que hacemos ahora es para siempre
- c) **¡Así que, cuando adquieras una imagen, hazlo de forma segura!**
  - i. Más, generalmente, no significa mejor
  - ii. Cuando la TC es la prueba adecuada:
    - 1. Adaptar los valores de kV y mA en función del tamaño del niño
    - 2. Una toma (fase única) por lo general es suficiente
    - 3. Tomar la imagen únicamente de la zona indicada

#### 3.1.7.2 Ejemplo de información para los análisis de los riesgos de radiación en la TC pediátrica

Estos son algunos ejemplos de información propuestos como base para el análisis los riesgos de radiación en la TC pediátrica (adaptada de Brody et al., 2007).

1. La radiación es un componente esencial de una prueba de TC.
2. El nivel de exposición a la radiación derivado de una prueba de TC es reducido.
3. La relación de causa y efecto entre la exposición a la radiación de bajo nivel, como en el caso de la TC, y el cáncer no es segura, pero los grupos de expertos que han estudiado esta cuestión han sugerido que existe un pequeño riesgo que aumenta al incrementar la dosis.
4. Aunque algunos estudios han indicado que las pruebas de TC pueden incrementar el riesgo de un posterior desarrollo de cáncer, la importancia exacta de dichos riesgos es todavía desconocida. Por eso, deben estimarse los riesgos de las TC, y estas estimaciones varían en función de la información utilizada.
5. La cantidad de radiación que proporciona una TC depende de muchos factores, sobre todo de los protocolos empleados y la configuración del equipo para la prueba individual.
6. En general, las pruebas de TC realizadas de manera correcta en niños deberían exponer al niño a una cantidad mucho menor de radiación que aquella realizadas en un adulto.
7. El posible beneficio derivado de una prueba TC clínicamente indicada se encuentra correctamente documentado y es mucho mayor que el posible riesgo de cáncer.

## 3.2 Consideraciones éticas

Esta sección hace hincapié en la importancia de una comunicación efectiva de los riesgos de radiación para respaldar el proceso de toma de decisión informado en imagen pediátrica desde un punto de vista ético, y se centra más en analizar los principios que las consecuencias legales.

En base a los principios de no maleficencia y de beneficencia (es decir, primero no causar daño y segundo proporcionar beneficios) los profesionales sanitarios tienen la responsabilidad ética de optimizar la proporción de riesgo-beneficio en todas las intervenciones. La obligación de beneficiar al paciente debe verse equilibrada frente a la obligación de no causar daño, con el objetivo de garantizar que los beneficios tendrán un peso mayor que el daño (Sokol, 2013). Cuando no se pueden definir los riesgos de manera segura, la aplicación de estos principios puede resultar una tarea complicada, lo que es habitual al valorar los riesgos de las radiaciones en dosis bajas en los procedimientos de imagen. La sobrestimación de los riesgos de radiación puede conducir a no realizar un procedimiento de imagen que pueda ofrecer al paciente más beneficios que riesgo de radiación. Existen otras vías posibles mediante las que los profesionales sanitarios pueden evaluar de manera errónea la relación riesgo-beneficio del diagnóstico por imagen que van en detrimento de sus pacientes (Brody y Guillerman, 2014).

En el contexto de la ética y la salud, el respeto por la dignidad de las personas incluye el derecho a tomar decisiones libres, informadas e independientes. Un proceso informado de toma de decisiones únicamente es válido si la decisión final no se ha visto sometida a coacción y se basa en una información transparente y comprensible proporcionada al paciente. Existen diferentes maneras de dar consentimiento. En imagen pediátrica, el proceso informado de toma de decisiones generalmente consiste en un intercambio verbal entre los profesionales sanitarios y el paciente y los cuidadores. Es importante señalar que un documento de consentimiento informado escrito meramente documenta el diálogo, pero el acto de firmar un formulario de consentimiento no puede sustituir al diálogo informado. Es frecuente que el consentimiento escrito no resulte necesario en los procedimientos de diagnóstico por imagen. El consentimiento no tiene por qué expresarse necesariamente de forma explícita (es decir, puede ser un «consentimiento implícito»).

El médico prescriptor remitente debe proporcionar información sobre la utilidad clínica y el impacto del procedimiento para la gestión del paciente. El acceso a una información transparente sobre los beneficios y los riesgos es un derecho fundamental de los pacientes. En este intercambio es importante mantener la confidencialidad de la información personal y la privacidad. Cuando sea necesario, se pueden incluir las medidas para reducir las dosis de radiación y los riesgos asociados en el diálogo con los pacientes/padres. En la información también se describirán otros aspectos prácticos del procedimiento que pueden causar malestar o preocupación. En el diálogo se estudiarán otras opciones, con sus respectivos beneficios y riesgos, como pruebas de imagen alternativas con resonancia magnética o ecografía, gestión del problema sin emplear diagnóstico por imagen, por ejemplo, mediante observación clínica, o la realización de la prueba más adelante si la enfermedad del paciente presenta cambios. El resultado esperado del diálogo es ganarse la confianza de los cuidadores (padres/tutores) mediante la articulación de la línea de acción más efectiva y segura para el paciente pediátrico, en lugar de enfatizar cualquier posible riesgo de cáncer asociado al procedimiento de diagnóstico por imagen.

Tanto el paciente como los padres/tutores tienen el derecho de aceptar u oponerse al procedimiento.

El proceso informado de toma de decisiones en el cuidado sanitario pediátrico incluye el consentimiento (explícito o implícito) de los padres, así como la capacidad de aprobación del niño. Los procesos de aprobación y consentimiento deben ser el resultado de una conversación continua e interactiva entre los profesionales sanitarios, el niño y los cuidadores. Con el objetivo de obtener la aprobación del niño, los profesionales sanitarios deben proporcionarle información adecuada a su edad que le ayude a entender la naturaleza de la prueba y su importancia para el cuidado médico. Los niños de más edad o adolescentes pueden tener la capacidad de participar activamente en las decisiones del cuidado sanitario.

En situaciones de emergencia, aunque puede que no haya tiempo de obtener el consentimiento o la aprobación por cuestiones de necesidad médica (por ejemplo, es necesario realizar de manera inmediata procedimientos que pueden salvar la vida al niño), es importante proporcionar al niño (en función de su edad) y a los padres información y explicaciones con respecto al procedimiento al que ha sido sometido.

## 3.3 Creación de un diálogo en la comunidad médica

### 3.3.1 Participantes

La comunicación con los pacientes y los cuidadores es uno de los requisitos de las nuevas Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación (BSS, 2014). La comunicación de los beneficios y los riesgos de las intervenciones médicas constituye la base de las buenas prácticas médicas. Existen numerosas partes implicadas a las que les interesa proporcionar una atención sanitaria de alta calidad al paciente pediátrico que se va a someter a un procedimiento de imagen (**Figura 16**). Para ello es esencial participar en el análisis de beneficios y riesgos. Más allá de las tres partes clave implicadas el médico prescriptor, el paciente y sus cuidadores y el médico realizador de procedimientos radiológicos existen otros profesionales sanitarios<sup>9</sup> involucrados en el proceso. El técnico en radiodiagnóstico es a menudo el contacto inicial en el punto de asistencia sanitaria y especialistas en física médica tradicionales habitualmente aconsejan sobre los procedimientos de dosis más elevadas o sobre la optimización de la dosis. La formación que recibe el personal de enfermería en el cuidado del paciente y la comunicación son un aspecto inestimable para el niño o padres preocupados, y el resto de partes ajenas al cuidado directo, como los organismos reguladores o los pagadores, también debe implicarse en el proceso de comunicación, para ayudar a garantizar una atención médica de calidad y una comunicación efectiva.

Existe la oportunidad de comunicar y educar a la más amplia comunidad de atención sanitaria sobre los beneficios de los procedimientos de diagnóstico por imagen adecuadamente justificados y optimizados. El papel de la sanidad pública es aprovechar la oportunidad de crear y alimentar un diálogo con la comunidad. Esta capacidad para comunicar y educar no sólo se extiende a los profesionales sanitarios, sino también a los organismos de investigación, a las asociaciones profesionales, a las autoridades competentes, a los legisladores y a los encargados de tomar decisiones en la materia. En resumen, todos aquellos responsables de valorar, reducir al mínimo y/o regular los riesgos de la radiación en la atención sanitaria se incluyen en el ámbito de la sanidad pública.

### 3.3.2 Diálogo entre los médicos prescriptores y los médicos realizadores de procedimientos radiológicos

Existe una comunicación unidireccional desde el médico prescriptor hacia el médico que realiza la prueba en relación a los pacientes individuales y a la prueba de imagen a la que se van a someter. También existe una comunicación más general desde el médico que realiza la prueba hacia el médico prescriptor sobre la dosis y el riesgo de las categorías generales de las pruebas (radiografía de tórax, pruebas sucesivas de escoliosis, TC craneales, etc.). No obstante, la comunicación bidireccional es igual de importante. Este tipo de comunicación entre los médicos prescriptores y médicos realizadores de procedimientos radiológicos es esencial para compartir información clínica, formular las preguntas clínicas, valorar las ventajas de los diferentes procedimientos y justificar la prueba solicitada.

El primer paso en esta comunicación bidireccional es la derivación o solicitud. Se trata de una solicitud del médico prescriptor dirigida al médico realizador de procedimientos radiológicos para obtener una opinión con respecto a la prueba de diagnóstico más recomendada y con el objetivo de que interprete la investigación en cuestión. La solicitud debe proporcionar información clínica relevante diseñada para informar sobre la probabilidad de una enfermedad y la pregunta clínica que se pretende abordar y resolver mediante el procedimiento. Al iniciar una solicitud, el médico prescriptor debe reflexionar sobre si la investigación es necesaria, si es necesaria en ese momento y si es la prueba más

---

<sup>9</sup> Tal y como se define en el apartado 2.1.1: «Individuo oficialmente autorizado, previas las formalidades nacionales apropiadas, para ejercer una profesión relacionada con la salud (p.ej. la medicina, odontología, quinesioterapia, pediatría, cuidado de enfermos, física médica, tecnología de la radiación y tecnología médica nuclear, radiofarmacia, salud ocupacional, etc.)» (BSS, 2014).

**Figura 16.** Diversos agentes implicados en la comunicación de los beneficios y los riesgos de la radiación en imagen pediátrica.



recomendada para ese paciente en concreto (ver Tabla 9). Asimismo, se debe hacer referencia a diagnósticos anteriores para evitar repeticiones innecesarias y aclarar la probabilidad de la enfermedad. La elección de la prueba solicitada puede resultar clara desde la práctica habitual, pero es necesario seguir las indicaciones de las directrices de referencia en diagnóstico por imagen, el respaldo de las decisiones médicas y las reglas de los sistemas electrónicos de solicitud.

En caso de procedimientos poco habituales y/o en los que se empleen dosis altas (o en los que la información es limitada), un contacto directo en reuniones multidisciplinares o por teléfono podría resultar útil.

En aquellos casos en los que no es posible o necesaria la comunicación directa, el médico que realiza los procedimientos radiológicos que justifica la prueba debe poder continuar la comunicación mediante sistemas electrónicos, sobre todo cuando cualquier cambio en el procedimiento solicitado

es crítico para el cuidado del paciente. Participar en un diálogo basado en la eficacia de la prueba y la seguridad radiológica ayudará tanto en el caso individual como para fomentar la cultura de la seguridad de la radiación en general. También sería útil la participación del paciente pediátrico o los padres/cuidadores en estos diálogos para respaldar la toma de decisiones y el proceso informado de la toma de decisiones. Además, les ayudaría a entender mejor el procedimiento y sus beneficios esperados.

### **3.3.3 Diálogo entre el personal de diagnóstico por imagen y los gestores de la instalación médica**

El debate entre el personal de diagnóstico por imagen y los gestores de la instalación médica pueden ayudar a maximizar el beneficio y reducir al mínimo el riesgo de la exposición a la radiación de los pacientes pediátricos. Estos diálogos deberían incluir las siguientes cuestiones:

1. Planificación y preparación de las instalaciones de diagnóstico por imagen para garantizar que el equipo cuenta con la tecnología necesaria para fomentar la optimización de la protección frente a la radiación de los niños.
2. Creación de un ambiente en las instalaciones de diagnóstico por imagen que no infunda temor y ayude a tranquilizar a los pacientes pediátricos mediante una decoración y un diseño apropiados.
3. Asegurar que se van a implantar las medidas de garantía y mejora de calidad adecuadas y que todo el personal implicado las cumple en el proceso de diagnóstico por imagen pediátrica.
4. Facilitar el uso de las guías basadas en la evidencia para la justificación de las pruebas de imagen pediátrica.
5. Asegurar que el equipo y los protocolos de imagen proporcionan una calidad de imagen adecuada para el objetivo clínico con una dosis situada en los niveles más bajos aceptables y que se emplean, cuando estén disponibles, niveles de referencia para el diagnóstico pediátrico.
6. Incluir educación y formación sobre la protección frente a la radiación, la prevención de riesgos y comunicación de los riesgos para respaldar el análisis de beneficios y riesgos de la radiación en los entornos clínicos pediátricos.
7. Implantación de programas de auditoría clínica que incluyan el radiodiagnóstico pediátrico.
8. Gestión del posible conflicto entre las presiones económicas e idoneidad de las pruebas.
9. Asegurar el cumplimiento de las normas y los protocolos de protección contra la radiación en todas las instalaciones.
10. Defensa e implantación de una cultura de la seguridad en las instalaciones de imagen.

### **3.3.4 Diálogo entre otros profesionales sanitarios involucrados en el cuidado sanitario pediátrico**

La seguridad y la calidad en la imagen pediátrica exigen la participación de numerosos profesionales sanitarios. El personal de imagen médica abarca un equipo multidisciplinario de profesionales sanitarios, incluidos los MRPs, los técnicos/auxiliares en radiodiagnóstico, especialistas en física médica y el personal de enfermería. Gran parte del diagnóstico por imagen en niños se realiza fuera de las unidades de radio diagnóstico. Tal y como se comentaba en el **apartado 2.1**, el término «médico realizador de procedimientos radiológicos» incluye no solo a los especialistas médicos clásicos que utilizan radiación ionizante en el cuidado sanitario (como radiólogos, médicos especialistas en medicina nuclear, médicos intervencionistas), sino también a odontólogos, cardiólogos, urólogos, gastroenterólogos, ortopedistas, cirujanos, neurólogos y otros. En algunos países, los médicos realizan procedimientos de imagen convencionales, como radiografías de tórax, en sus propias consultas. Todos estos especialistas juegan un papel significativo en el análisis de beneficios y riesgos de la radiación.

Asimismo, debe tener lugar un diálogo importante entre los médicos de urgencias y los MRPs, antes de la situación de urgencia en el punto de atención. Las pruebas de imagen no deberían solicitarse antes de que el médico analice al paciente. Deben cumplirse las guías de referencia y de idoneidad a la hora de solicitar una prueba de imagen. Dicho diálogo es esencial para establecer vías seguras para el paciente cuando la urgencia de la asistencia inmediata no permite un diálogo en profundidad con el propio paciente. Algunas cuestiones que deben incluirse son la justificación y la optimización de la TC del niño que presenta lesiones múltiples, o la elección de una ecografía y una TC para el dolor abdominal agudo en el paciente pediátrico.

Otros profesionales implicados en el cuidado del paciente son legisladores, organismos reguladores, fabricantes de equipo y personal auxiliar de informática médica. Por ejemplo, la comunicación entre los fabricantes y los MRPs debe incluir cuestiones relativas al modo de garantizar que el equipo de imagen se ha diseñado teniendo en cuenta los procedimientos de diagnóstico en niños y en adultos, y que incluye protocolos adecuados de pediatría y algoritmos de reducción de dosis.

El radiodiagnóstico en pacientes pediátricos, sin importar dónde se lleve a cabo, debe siempre tener en cuenta las necesidades específicas de estos pacientes. La mayor parte de las pruebas de imagen pediátrica se llevan cabo en instalaciones diseñadas principalmente para pruebas de imagen en adultos. La imagen en niños debería realizarse de manera ideal en unidades de radiodiagnóstico en las que habitualmente se lleve a cabo una práctica pediátrica.

### 3.3.5 El papel de la sanidad pública en el análisis de beneficios y riesgos

Las organizaciones internacionales, las autoridades sanitarias, los organismos reguladores y las instituciones de investigación juegan un papel importante en la comunicación y explicación de los beneficios y los riesgos de la imagen médica. Tal y como se mencionó en el **apartado 3.3.1**, las nuevas BSS abordan explícitamente el análisis de beneficios y riesgos entre pacientes y profesionales sanitarios. De hecho, las BSS exigen que ningún paciente, presente o no síntomas, se someta a una exposición médica a menos (entre otros) que se le haya informado a él o a su representante legal autorizado sobre los beneficios terapéuticos o diagnósticos esperados de la prueba radiológica y de los riesgos de radiación. Por lo tanto, los gobiernos y los organismos reguladores son los responsables de respaldar las normativas de seguridad y protección contra la radiación. Considerados normalmente fuentes de información fiables, los implicados en el diseño de políticas y los implicados en la toma de decisiones en la materia cuentan con la oportunidad de alentar a todas las partes implicadas a conocer los beneficios y los riesgos de la exposición a la radiación médica en niños y aunar esfuerzos orientados hacia una utilización adecuada de la imagen en pediatría para mejorar la calidad y la seguridad de la radiación en la atención sanitaria. Los estudiantes de medicina y de otras profesiones sanitarias son un público único al que las autoridades sanitarias pueden llegar mediante diferentes canales de comunicación. Es crucial enseñar a los estudiantes de medicina y de otras profesiones sanitarias tanto los beneficios como los riesgos de las pruebas de imagen, ya que esto les ayudará a entender la necesidad de justificar todos los estudios de imagen e inculcarles una cultura del uso justificado de las modalidades de la misma.

Mediante una estrategia de comunicación efectiva de los riesgos, las sociedades y asociaciones profesionales y otras organizaciones significativas (como organizaciones para el paciente) pueden abogar por que todas las pruebas de imagen se encuentren justificadas y que las estrategias de reducción de la dosis estén implantadas en imagen pediátrica. Las autoridades sanitarias tienen la responsabilidad de fomentar la optimización de la dosis, el uso de los registros de dosis para los niveles de referencia para el diagnóstico y el uso de directrices de referencia de imagen en medicina. Asimismo, tienen la oportunidad de educar al público mediante campañas educativas y de concienciación efectivas. Los pacientes deben saber que pueden, y deben, preguntar a su médico el motivo por el que se recomienda una prueba de imagen, y deben evitar aceptar pruebas de imagen para las que no exista una justificación. Una cuestión de máxima importancia es que los pacientes y sus familias entiendan los beneficios y los riesgos de los procedimientos de imagen para que no se nieguen a realizar pruebas médicas de imagen que sean necesarias y para que la intervención y el cuidado óptimo a tiempo de un niño no se vean innecesariamente comprometidos o retrasados.



# Referencias

- Accorsi R, Karp JS, Surti S (2010). Improved dose regimen in pediatric PET. *J Nucl Med.* 51(2):293-300.
- ACR (2015). American College of Radiology's Appropriateness Criteria® guidance for rightlower quadrant pain, variant 4. (<http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/AppCriteria/Diagnostic/RightLowerQuadrantPainSuspectedAppendicitis.pdf>, consultado el 26 de diciembre de 2015).
- Alqerban et al. (2009). In-vitro comparison of 2 cone-beam computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 136(6):764.e1- 11; discussion 764-5.
- Bacher K et al. (2005). Patient-specific dose and radiation risk estimation in pediatric cardiac catheterization. *Circulation.* 111:83-89.
- Baker DP et al. (2005). The role of teamwork in the professional education of physicians: current status and assessment recommendations. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 31(4):185- 202.
- Baker DP et al. (2006). Teamwork as an essential component of high-reliability organizations. *Health Serv Res.* 41(4 pt 2):1576-1598.
- BEIR (2006). Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII Phase 2. Washington DC: National Academy of Sciences.
- Boice Jr JD (2015). Radiation epidemiology and recent paediatric computed tomography studies. *Ann ICRP.* 44(1):236-248.
- Bourguignon et al. (2005). Genetic and epigenetic features in radiation sensitivity. Part II: implications for clinical practice and radiation protection. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 32:351-368.
- Brenner D (2002). Estimating cancer risks from pediatric CT: going from the qualitative to the quantitative. *Pediatr Radiol.* 32:228-231.
- Brenner D et al. (2003). Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 100(24):13761-13766.
- Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W (2001). Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am J Roentgenol.* 176:289-96.
- Brenner D, Hall EJ (2007). Computed tomography – an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med.* 357:2277-2284.
- Broder JS and Frush DP (2014). Content and style of radiation risk communication for pediatric patients. *J Am Coll Radiol.* 11:238-242.
- Broder JS et al. (2007). Increasing utilization of computed tomography in the pediatric emergency department 2000-2006. *Emerg Radiol.* 14:227-232.
- Brody AS and Guillerman RP (2014). Don't let radiation scare trump patient care: 10 ways you can harm your patients by fear of radiation-induced cancer from diagnostic imaging. *Thorax.* 69(8):782-784. doi:10.1136/thoraxjnl-2014-205499.

- Brody AS, Frush DP, Huda W, Brent RL (2007). Radiation risk to children from computed tomography. *Pediatrics*. 120(3):677-682.
- Butikofer R and Fluckiger EO (2011). Radiation doses along selected flight profiles during two extreme solar cosmic ray events. *Astrophys Space Sci Trans*. 7:105-109 (<http://www.astrophys-space-sci-trans.net/7/105/2011/astra-7-105-2011.pdf>, consultado el 20 de diciembre de 2015).
- Chodick G, Ronckers CM, Shalev V, Ron E (2007). Excess lifetime cancer mortality risk attributable to radiation exposure from computed tomography examinations in children. *Israel Medical Association Journal*. 9:584-587.
- Comisión Europea (2004). European guidelines on radiation protection in dental radiology - The safe use of radiographs in dental practice. N° de publicación 136 de Protección radiológica. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea (<https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136.pdf>, consultado el 20 de diciembre 2015).
- Comisión Europea (2012). Protección radiológica 172, 2012; Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology – Evidence-based guidelines. N° de publicación 172 de Protección radiológica. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea ([http://www.sedentext.eu/files/radiation\\_protection\\_172.pdf](http://www.sedentext.eu/files/radiation_protection_172.pdf), consultado el 21 de diciembre de 2015).
- Dauer LT et al. (2011). Fears, feelings, and facts: interactively communicating benefits and risks of medical radiation with patients. *AJR*. 196:756-761.
- Douple EB et al. (2011). Long-term radiation-related health effects in a unique human population: lessons learned from the atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki. *Disaster Med Public Health Preparedness*. 5:S122-S133.
- Eccles S et al. (2001). Effect of audit and feedback, and reminder messages on primary care radiology referrals: a randomised trial. *Lancet*. 357:1406-1409.
- EPA (2007). Communicating radiation risks. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Fahey FH, Treves ST & Adelstein SJ (2011). Minimizing and communicating radiation risk in pediatric nuclear medicine. *J Nucl Med*. 52:1240-1251. (<http://www.imagegently.org/Portals/6/Nuclear%20Medicine/Radiation%20dose%20and%20risk%20ref%20.%20J%20Nucl%20Med-2011-Fahey-1240-51%20.pdf>, consultado el 15 de diciembre de 2015).
- Frush DP, Applegate K (2004). Computed tomography and radiation: understanding the issues. *J Am Coll Radiol*. 1:113-119.
- Frush DP, Donnelly LF & Rosen NS (2003). Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know. *Pediatrics*. 112:951-957.
- Galanski M, Nagel HD & Stamm G. Paediatric CT exposure practice in the Federal Republic of Germany – results of a nation-wide survey in 2005/06. ([http://www.mh-hannover.de/fileadmin/kliniken/diagnostische\\_radiologie/download/Report\\_German\\_Paed-CT-Survey\\_2005\\_06.pdf](http://www.mh-hannover.de/fileadmin/kliniken/diagnostische_radiologie/download/Report_German_Paed-CT-Survey_2005_06.pdf), consultado el 20 de diciembre 2015).
- Gelfand MJ, Parisi MT & Treves T (2011). Pediatric Radiopharmaceutical Administered Doses: 2010 North American Consensus Guidelines. *J Nucl Med*. 52:318-322. ([http://www.imagegently.org/Portals/6/Procedures/Pediatric\\_dose\\_consensus\\_guidelines\\_Final\\_2010.pdf](http://www.imagegently.org/Portals/6/Procedures/Pediatric_dose_consensus_guidelines_Final_2010.pdf), consultado el 23 de diciembre de 2015).
- Guillerman RP (2014). From “Image Gently” to image intelligently: a personalized perspective on diagnostic radiation risk. *Pediatr Radiol*. 44(3):S444-S449.
- Hadley JL, Agola J & Wong P (2006). Potential impact of the American College of Radiology appropriateness criteria on CT for trauma. *AJR*. 186:937-942.

- ICRP (2001). Explanatory note: Diagnostic reference levels in medical imaging: review and additional advice. Comisión Internacional de Protección Radiológica ([http://www.icrp.org/docs/DRL\\_for\\_web.pdf](http://www.icrp.org/docs/DRL_for_web.pdf), consultado el 25 de diciembre de 2015).
- ICRP (2007a). Publicación 103 de la ICRP: Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Ann ICRP. 37(2-4).
- ICRP (2007b). Publicación 105 de la ICRP: Protección Radiológica en Medicina. Ann ICRP. 37(6).
- ICRP (2012). Publicación 118 de la ICRP: ICRP statement on tissue reactions / early and late effects of radiation in normal tissues and organs – threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. Ann ICRP. 41(1/2).
- ICRP (2013a). Publication 120 de la ICRP: Radiological protection in cardiology. Ann ICRP. 42(1).
- ICRP (2013b). Publication 121 de la ICRP: Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. Ann ICRP. 42(2).
- Johnson JN et al. (2014). Cumulative radiation exposure and cancer risk estimation in children with heart disease. Circulation. 130(2):161-167 (<http://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.10091269>, consultado el 26 de diciembre de 2015).
- Kawamoto K et al. (2005). Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. BMJ. 330(7494):765.
- Lam DL et al. (2015). Communicating potential radiation-induced cancer risks from medical imaging directly to patients. AJR. 205:1-9. doi:10.2214/AJR.15.15057.
- Larson DB et al. (2007). Informing parents about CT radiation exposure in children: it's ok to tell them. AJR. 189:271-275.
- Larson DB et al. (2015). Toward large-scale process control to enable consistent CT radiation dose optimization. AJR. 204(5):959-66.
- Lassmann M et al. (2007). The new EANM paediatric dosage card. Eur J Nucl Med Mol Imag. 34(5):796-798.
- Lassmann M et al. (2008). The new EANM paediatric dosage card: additional notes with respect to F-18. Eur J Nucl Med Mol Imag. 34(5):796-798.
- Lassmann M et al. (2014). Paediatric radiopharmaceutical administration: harmonization of the 2007 EANM paediatric dosage card (version 1.5.2008) and the 2010 North American consensus guidelines. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 41(5):1036-1041.
- Lau L & Ng KH, eds. (2014). Radiological safety and quality – paradigms in leadership and innovation. London: Springer.
- Lee C et al. (2004). Diagnostic CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. Radiology. 231(2):393-398.
- Levetown M (2008). Communicating with children and families: from everyday interaction to skill in conveying distressing information. Pediatrics. 121(5):e1441-1460.
- Linton OW & Mettler FA (2003). National conference on dose reduction in CT, with emphasis on pediatric patients. AJR. 181:321-329 (<http://imaging.cancer.gov/programmesandresources/reportsandpublications/NationalConferenceonDoseReductioninCT>, consultado el 22 de diciembre de 2015).
- Lonelly LF et al. (2008). IRQN Award Paper: Operational rounds: a practical administrative process to improve safety and clinical services in radiology. J Am Coll Radiol. (5)11:1142- 1149.
- Lonelly LF et al. (2009). Improving patient safety: effects of a safety program on performance and culture in a department of radiology. AJR.193:165-171.

- Matthews JD et al. (2013). Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*. 346:f2360 (<http://www.bmj.com/content/346/bmj.f2360>, consultado el 27 de diciembre de 2015).
- McCullough CH, Bushberg JT, Fletcher JG, Eckel LJ (2015). Answers to common questions about the use and safety of CT scans. *Mayo Clin Proc*. 90(10):1380-1392.
- Mettler FA Jr, Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M (2008). Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalogue. *Radiology*. 248(1):254-263.
- Mettler FA Jr, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA (2000). CT scanning: patterns of use and dose. *J Radiol Prot*. 20:353-359.
- Michie S & Johnston M (2004). Changing clinical behaviour by making guidelines specific. *BMJ*. 328:343-345.
- Miglioretti DL et al. (2013). The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatrics*. 167(8):700- 707. doi:10.1001/jamapediatrics.2013.311 (<http://archpedi.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1696279>, consultado el 22 de diciembre de 2015).
- Miller D et al. (2010). Clinical radiation management for fluoroscopically guided interventional procedures. *Radiology*. 257(2):321-332.
- Muhogora WE et al. (2010). Paediatric CT examinations in 19 developing countries: frequency and radiation dose. *Radiation Protection Dosimetry*. 140(1):49-58.
- Mulkens TH et al. (2005). Comparison of effective doses for low-dose MDCT and radiographic examination of sinuses in children. *AJR*. 184:1611-1618.
- NBS (2014). Organismo Internacional de Energía Atómica, protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad. Colección de normas de seguridad nº GSR Parte 3, IAEA, Viena (<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8930/Radiation-Protection-and-Safety-of-Radiation-Sources-International-Basic-Safety-Standards>, consultado el 14 de enero de 2016).
- NCRP (2003). Report 145: Radiation protection in dentistry. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements.
- NCRP (2009). Report 160: Ionizing radiation exposure of the population of the United States. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements.
- NCRP (2011). Report 168: Radiation dose management for fluoroscopically-guided interventional medical procedures. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements.
- NHS (2000). An organisation with a memory – Report of an expert group on learning from adverse events in the NHS. London: Department of Health.
- Oakeshott P, Kerry SM, Williams JE (1994). Randomized controlled trial of the effect of the Royal College of Radiologists' guidelines on general practitioners' referrals for radiographic examination. *Br J Gen Pract*. 44(382):197-200.
- Oikarinen H, Merilainen S, Paakko E, Karttunen A, Nieminen MT, Tervonen O (2009). Unjustified CT examinations in young patients. *Eur Radiol*. 19:1161-1165 (<http://link.springer.com/article/10.1007/s00330-008-1256-7#page-1>, consultado el 14 de enero de 2016).
- OMS (2006). Quality of care – a process for making strategic choices in health systems. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- OMS (2015a). World Health Statistics. Luxemburgo: Organización Mundial de la Salud.
- OMS (2015b). Tracking universal health coverage: first global monitoring report. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

- Pearce M et al. (2012). Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet*. 380(9840):499- 505 ([http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60815-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60815-0), consultado el 21 de diciembre de 2015).
- Perez MR (2015). Referral criteria and clinical decision support: radiological protection aspects for justification. *Ann ICRP*. 44(1):276-287.
- Picano E (2004). Informed consent and communication of risk from radiological and nuclear medicine examinations: how to escape from a communication inferno. *BMJ*. 329(7470):849-851.
- Raja AS et al. (2012). Effect of computerized clinical decision support on the use and yield of CT pulmonary angiography in the emergency department. *Radiology*. 262(2):468-74 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3267081/>, consultado el 19 de diciembre de 2015).
- RCR (1993). Royal College of Radiologists Working Party. Influence of Royal College of Radiologists' guidelines on referral from general practice. *BMJ*. 306(6870):110-1 ([http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8435606?ordinalpos=1&itool=EntrezSyst...\\$=relatedarticles&logdbfrom=pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8435606?ordinalpos=1&itool=EntrezSyst...$=relatedarticles&logdbfrom=pubmed), consultado el 25 de diciembre de 2015).
- RCR (1994). Royal College of Radiologists' guidelines on general practitioners' referrals for radiographic examination. *Br J Gen Pract*. 44(386):427-8 (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1238864&blobtype=pdf>, consultado el 23 de diciembre de 2015).
- RCR (2012). The Royal College of Radiologists. iRefer: making the best use of clinical radiology, 7th edition. London: The Royal College of Radiologists (<http://www.rcr.ac.uk/content.aspx?PageID=995>, consultado el 23 de diciembre de 2015).
- Rehani M & Frush DP (2010). Tracking radiation exposure of patients. *Lancet*. 376(9743):754-755.
- Rehani M & Frush DP (2011). Patient exposure tracking: the IAEA smart card project. *Radiat Prot Dosimetry*. 147:314-316.
- Rehani M, Frush DP, Berris T, Einstein AJ (2012). Patient radiation exposure tracking: worldwide programs and needs—results from the first IAEA survey. *Eur J Radiology*. 81(10):968-976.
- Riccabona M (2006). Modern paediatric ultrasound: potential applications and clinical significance. A review. *Clinical Imaging*. 30(2):77-86.
- Sandman P (1993). Responding to community outrage: strategies for effective risk communication. Falls Church (VA): American Industrial Hygiene Association (<http://psandman.com/media/RespondingtoCommunityOutrage.pdf>, consultado el 25 de enero de 2016).
- Scally G and Donaldson LJ (1998). The NHS's 50 anniversary. Clinical governance and the drive for quality improvement in the new NHS in England. *BMJ*. 317(7150):61-5.
- Seuri R et al. (2013). How Tracking Radiologic Procedures and Dose Helps: Experience From Finland. *AJR*. 200(4):771-775.
- Shenoy-Bhangle A, Nimkin K, Gee MS (2010). Pediatric imaging: current and emerging techniques. *J Postgrad Med*. 56(2):98-102.
- Sidhu M. et al. (2010). Radiation safety in pediatric interventional radiology. *Tech Vasc Inter Radiol*. 13:158-166.doi: 10.1053/j.tvir.2010.03.004.
- Sistrom CL, Dang PA, Weilburg JB, Dreyer KJ, Rosenthal DI, Thrall JH (2009). Effect of computerized order entry with integrated decision support on the growth of outpatient procedure volumes: seven-year time series analysis. *Radiology*. 251(1):147-155. (<http://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/radiol.2511081174>, consultado el 23 de diciembre de 2015).
- Sistrom CL, Weilburg JB, Rosenthal DI, Dreyer KJ, Thrall JH (2014). Use of imaging appropriateness criteria for decision support during radiology order entry: the MGH experience. In: Lau L and Ng KH, eds. *Radiological safety and quality – Paradigms in leadership and innovation*. London: Springer.

- Smans K et al. (2008). Calculation of organ doses in x-ray examinations of premature babies. *Med Phys.* 35(2):556-68.
- Sokol DK (2013). "First do no harm" revisited. *BMJ.* 347:f6426. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.f6426>.
- Strauss KJ et al. (2010). Image Gently: ten steps you can take to optimize image quality and lower CT dose for pediatric patients. *AJR.* 194:868-873.
- Strauss KJ, Frush DP and Goske MJ (2015). Image Gently campaign: making a world of difference. *Medical Physics International Journal* 3(2) (<http://mpijournal.org/pdf/2015-02/MPI-2015-02-p094.pdf>, consultado el 8 de febrero de 2016).
- Swanick CW et al. (2013). Comparison of Conventional and Simulated Reduced-Tube Current MDCT for Evaluation of Suspected Appendicitis in the Pediatric Population. *AJR Am J Roentgenol.* 201(3): 651-658.
- Thomas KE et al. (2006). Assessment of radiation dose awareness among paediatricians. *Pediatric Radiology.* 36(8):823-832.
- Thornton RH et al. (2015). Patient perspectives and preferences for communication of medical imaging risks in a cancer care setting. *Radiology.* 275(2):545-52.
- Tsapaki V et al. (2009). Radiation exposure to patients during interventional procedures in 20 countries: initial IAEA project results. *AJR.* 193(2):559-569. doi: 10.2214/AJR.08.2115.
- Uffmann M & Schaefer-Prokop C (2009). Digital radiography: the balance between image quality and required radiation dose. *Eur J Radiol.* 72:202-208.
- UNSCEAR (2000). Sources and effects of ionizing radiation. Volume I: Sources. UNSCEAR 2000 Report. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas. 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. Nueva York: Naciones Unidas.
- UNSCEAR (2008). UNSCEAR 2006 Report. Effects of ionizing radiation. Volume I: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B. UNSCEAR 2006 Report. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas. Nueva York: Naciones Unidas
- UNSCEAR (2010). UNSCEAR 2008 Report. Sources and effects of ionizing radiation. Volume I: Sources: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B. UNSCEAR 2008 Report. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas. Nueva York: Naciones Unidas.
- UNSCEAR (2013). UNSCEAR 2013 Report. Sources, effects and risks of ionizing radiation. Volume II: Scientific Annex B: Effects of radiation exposure of children. UNSCEAR 2013 Report. Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas. Nueva York: Naciones Unidas
- Vassileva J et al. (2012). IAEA survey of pediatric CT practice in 40 countries in Asia, Europe, Latin America, and Africa: Part 1, frequency and appropriateness. *AJR.* 198(5):1021- 1031. doi:10.2214/AJR.11.7273.
- Zou L et al. (2011). Medical students' preferences in radiology education a comparison between the Socratic and didactic methods utilizing PowerPoint features in radiology education. *Acad Radiol.* 18(2):253-6. doi: 10.1016/j.acra.2010.09.005.

# Anexos

Anexo A: Siglas

Anexo B: Glosario

Anexo C: Otros recursos

# Anexo A. Siglas

ALARA	sigla en inglés que significa «tan bajo como sea razonablemente posible»
CBCT	tomografía computarizada de haz cónico
DITTA	Asociación profesional de diagnóstico por imagen, informática aplicada al sector sanitario y radioterapia (Diagnostic Imaging, Healthcare IT and Radiation Therapy Trade Association)
DPS	desintegraciones por segundo
EC	ecografía
FDG	fludesoxiglucosa
ICNIRP	Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes
ICRP	Comisión Internacional de Protección Radiológica
IOMP	Organización Internacional de Física Médica
ISR	Sociedad Internacional de Radiología
ISRRT	Sociedad Internacional de Técnicos y Auxiliares en Radiología
LAR	riesgo atribuible a lo largo de la vida
LBR	riesgo base a lo largo de la vida
LSU	lineal sin <u>umbral</u>
MRP	médico realizador de procedimientos radiológicos
NBS	Normas Básicas de Seguridad
NRD	nivel de referencia para el diagnóstico
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PA	posteroanterior
PDS	Pacientes en Defensa de su Seguridad
PET	Tomografía por emisión de positrones
RC	radiografía computarizada
RCR	Real Colegio de Radiólogos
RD	radiografía digital
RM	resonancia magnética
RRD	rango de referencia para el diagnóstico
SDC	soporte a la decisión clínica
SPECT	tomografía computarizada de emisión monofotónica
TC	tomografía computarizada
TCMC	tomografía computarizada multicorte
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UNSCEAR	Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas
VCUG	cistouretrógrama miccional
VDI	vías de diagnóstico por imagen
WFUMB	Federación Mundial para Ultrasonido en Medicina y Biología
WONCA	Organización Mundial de Colegios Nacionales, Academias y Asociaciones Académicas de Médicos de Cabecera/Médicos de Familia

# Anexo B. Glosario

El presente documento contiene algunos términos de uso común en el ámbito de la protección radiológica, pero que no tienen por qué ser habituales entre los profesionales sanitarios. Se han incluido algunos de ellos en este glosario con el fin de explicar al lector su significado en el marco de este documento. Es posible encontrar definiciones de otros términos pertinentes en otras publicaciones, tales como BSS (2014), a la cual se hace referencia en el informe, así como:

- OMS (2009). Conceptual framework for the international classification for patient safety (Marco conceptual de la clasificación internacional para la seguridad del paciente). Ginebra: Organización Mundial de la Salud ([http://www.who.int/patientnsafety/implementation/taxonomy/icps\\_technical\\_report\\_en.pdf](http://www.who.int/patientnsafety/implementation/taxonomy/icps_technical_report_en.pdf), último acceso: 28 de enero de 2016).
- OIEA (2007). IAEA safety glossary. Terminology used in nuclear safety and radiation protection. (Glosario de seguridad de la OIEA. Terminología empleada en la seguridad nuclear y la protección radiológica.) Viena: Organización Internacional de Energía Atómica ([http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290_web.pdf), último acceso: 28 de enero de 2016).

**Becquerelio (Bq):** unidad de actividad que equivale a una desintegración por segundo en el Sistema Internacional de Unidades.

**Cáncer:** grupo de enfermedades relacionadas que se caracterizan por el crecimiento descontrolado de células anómalas.

**Cáncer sólido:** cáncer que se origina en órganos sólidos, en contraposición al cáncer sanguíneo como la leucemia.

**Carcinógeno:** elemento físico, químico o biológico capaz de producir cáncer.

**Coefficientes de dosis:** factores utilizados para convertir la cantidad de sustancias radiactivas incorporadas (incorporación de radionucleidos) a la dosis en los tejidos u órganos o para todo el cuerpo. Estos factores (también conocidos como «factores de conversión de dosis») dependen del radionucleido, de la vía de incorporación (ingestión, inhalación, etc.), el compuesto químico y la edad de la persona. Suele expresarse como dosis por unidad de incorporación, por ejemplo, sieverts por becquerel (Sv/Bq).

**Cuidadores:** personas que participan por voluntad propia (sin contar aquellos que lo hacen de forma profesional) en el cuidado, el apoyo y el confort de los pacientes sometidos a pruebas médicas radiológicas.

**Dosis absorbida:** energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen.

**Dosis comprometida:** dosis que cabe prever de por vida tras la incorporación de una sustancia radiactiva (es decir, tras exposición interna).

**Dosis efectiva:** suma de los productos de dosis absorbida de cada órgano multiplicada por el factor de ponderación de la radiación y el factor de ponderación de un tejido que tiene en cuenta la radiosensibilidad de los tejidos y los órganos. Término relacionado: dosis absorbida.

**Dosis en un órgano:** dosis absorbida media en un tejido u órgano concreto del cuerpo humano. A veces se llama «dosis en un tejido».

**Dosis equivalente:** dosis absorbida promediada sobre un tejido u órgano, aplicando un factor de ponderación de la radiación que varía según el tipo de radiación y está relacionada con la densidad de la ionización creada.

**Dosis:** término general que denota la cantidad de radiación o energía que absorbe un blanco. Términos relacionados: dosis absorbida, dosis comprometida, estimación de la dosis, dosis efectiva.

**Edad durante la exposición:** edad de un individuo en el momento en que ocurre la exposición a la radiación. Los modelos de riesgo de cáncer basados en los datos epidemiológicos predicen mayores riesgos durante la vida en los casos de exposición a edades tempranas que en los casos de exposición a edades más avanzadas.

**Efecto estocástico:** efectos adversos de la radiación ionizante provocados por la transformación de una única célula, lo cual puede provocar un aumento en el riesgo de enfermedad mucho tiempo después de la exposición. Estos efectos son probabilísticos e incluyen el cáncer y los efectos hereditarios. En pequeñas dosis, los riesgos de radiación son principalmente efectos estocásticos, que consisten particularmente en cáncer.

**Efectos a largo plazo:** efectos adversos que pueden ocurrir en un periodo de tiempo extenso después de una exposición (varios años).

**Efectos agudos:** efectos adversos que ocurren después de un periodo de tiempo breve (comprendido entre unos minutos y unos días) después de la exposición.

**Efectos deterministas:** problemas de salud cuya gravedad varía según la dosis y que suelen ocurrir cuando se supera una dosis (un umbral) concreto. Los efectos determinísticos también se conocen como «reacciones tisulares» o «efectos no estocásticos».

**Efectos tardíos:** efectos de la radiación que tienen lugar después de periodos de latencia carentes de síntomas, que pueden comprender algunos meses o incluso varios años.

**Especialista en física médica:** profesional de la salud con formación especializada y formación en los conceptos y técnicas de aplicación de la física a la medicina, competente para el ejercicio profesional independiente en una o varias subespecialidades de la física médica (por ejemplo, radiología diagnóstica, terapia radiológica, medicina nuclear...).

**Estimación de la dosis:** valor representativo de la dosis recibida en una situación de exposición determinada. Son cálculos aproximados de los valores típicos en lugar de las dosis reales (por ejemplo, estimaciones de dosis para pacientes para distintas pruebas de diagnóstico por imagen). Ver también «dosis».

**Estimación de riesgo de cáncer:** probabilidad de desarrollar cáncer derivado de la exposición a radiaciones durante un periodo de tiempo determinado.

**Evaluación de la dosis:** evaluación de la (s) dosis (es) para un individuo o grupo de personas

**Exposición aguda:** exposición que tiene lugar en un periodo de tiempo corto en comparación con la vida de una persona o un organismo, que por lo general consiste en una sola exposición o dosis administrada en un periodo de 24 horas o menos en humanos.

**Exposición externa** (ver «exposición»)

**Exposición interna** (ver «exposición»)

**Exposición:** estado o condición de estar sometido a irradiación procedente de una fuente ajena al cuerpo (exposición externa) o dentro del cuerpo (exposición interna).

**Familia:** padres u otros familiares implicados en el cuidado de un niño (ver «cuidadores»).

**Fuente:** cualquier cosa que pueda causar exposición a la radiación mediante la emisión de radiación ionizante o la liberación de sustancias o materias radiactivas y que pueda tratarse como una única entidad a efectos de protección y seguridad.

**Latencia:** periodo de tiempo que transcurre entre la exposición a un peligro potencial (por ejemplo, a la radiación) y la aparición de un problema de salud relacionado con la misma.

**Límite de dosis:** valor de la dosis efectiva o de la dosis equivalente causada a los individuos en situaciones de exposición planificadas que no se debe rebasar. Los límites de dosis se aplican a la exposición de trabajadores y miembros del público general, pero no son de aplicación a las exposiciones médicas.

**Médico de cabecera:** médico practicante en el ámbito de medicina familiar o medicina general como especialidad orientada a los cuidados primarios. Ver también médico de familia.

**Médico de familia:** médico practicante en el ámbito de medicina familiar o medicina general como especialidad médica orientada a los cuidados primarios. Ver también médico de cabecera.

**Médico especialista en medicina nuclear:** médico que utiliza materiales radiactivos, conocidos como radiofármacos, para generar imágenes de los órganos corporales o tratar enfermedades.

**Médico prescriptor remitente:** también mencionado como profesional sanitario que solicita las pruebas. Profesionales sanitarios que, de conformidad con los requisitos nacionales, pueden derivar a los pacientes a un médico realizador de procedimientos radiológicos para la realización de un procedimiento médico basado en radiación ionizante (es decir, para una prueba radiológica con fines diagnósticos o terapéuticos).

**Médico realizador de procedimientos radiológicos:** profesional sanitario con formación y educación especializada en las aplicaciones médicas de la radiación, competente para realizar por su cuenta o para supervisar pruebas que impliquen la exposición médica a la radiación en una especialidad concreta (por ejemplo, radiodiagnóstico, radioterapia, medicina nuclear, odontología, cardiología, etc.)

**Modelización (de riesgos):** relaciones cuantitativas que se establecen a partir de funciones matemáticas para calcular la magnitud de los riesgos asociados a una exposición estimada.

**Modelo de riesgo:** función matemática que permite el cálculo de la magnitud de los riesgos asociados a una exposición concreta.

**Modelo lineal sin umbral (LSU):** modelo de riesgo que asume que los problemas de salud son directamente proporcionales a la dosis en todos los niveles de dosis (es decir, modelo lineal dosis-respuesta) sin que exista ningún umbral por debajo del cual no queda esperar ningún efecto.

**Niño:** en el contexto de este documento, una persona de menos de 18 años. En el marco de la ley y los derechos humanos, UNICEF define a los niños como personas de menos de 18 años de edad, salvo que, en virtud de la ley que le sea aplicable, haya alcanzado antes la mayoría de edad.

**Pediatra:** médico que se encarga de la salud física, comportamental y mental de los niños desde el nacimiento hasta los 18 años de edad como una especialidad clínica enfocada a la atención primaria de los niños. Hay médicos especializados en varias subespecialidades pediátricas (por ejemplo, cardiología pediátrica, neurología pediátrica, cirugía pediátrica, etc.). La radiología pediátrica es una subespecialidad de la Radiología.

**Pediátrico:** relativo a los niños (entendiendo estos como pacientes menores de 18 años).

**Peligro:** tipo y naturaleza de los efectos adversos que presenta un elemento, capacidad inherente de causar daños en un organismo, sistema o subpoblación. La identificación de los peligros es el primer paso en el proceso de evaluación de los riesgos.

**Periodo de semidesintegración** (ver también «periodo de semidesintegración efectiva»): periodo de tiempo que tarda la cantidad de un material determinado (por ejemplo, radionucleidos) en un lugar concreto en reducirse a la mitad como resultado de un proceso o diversos procesos que siguen patrones de exposición similares a los de la desintegración radiactiva.

**Periodo de semidesintegración efectivo** (ver también «periodo de semidesintegración»): tiempo que tarda la actividad de un radionucleido en el cuerpo en dividirse por la mitad como resultado de todos los procesos pertinentes (por ejemplo, la desintegración radiactiva, periodo de desintegración biológica). El periodo de desintegración físico es el tiempo necesario para que la actividad de un radionucleido específico se reduzca a la mitad mediante un proceso de desintegración radiactiva. El periodo de semidesintegración biológica es el tiempo que tarda la cantidad de material radiactivo en un tejido, órgano o región del cuerpo en reducirse a la mitad como resultado de procesos biológicos.

**Problema de salud:** cambios en el estado de salud de un individuo o una población, identificable bien por diagnóstico o mediante métodos epidemiológicos.

**Procedimiento o prueba:** en el contexto del presente documento, este término hará referencia a una prueba diagnóstica o a una intervención guiada por imágenes.

**Profesionales sanitarios:** en el contexto del presente documento, hará referencia a proveedores de servicios sanitarios. Algunos ejemplos son los médicos, auxiliares médicos, técnicos en radiología, auxiliares de radiología, especialistas en física médica, osteópatas, podólogos, dentistas, quiroprácticos, psicólogos, optometristas y personal de enfermería.

**Radiación ionizante:** radiación que tiene suficiente energía como para extraer los electrones de los átomos, y por tanto capaz de producir pares de iones en la materia biológica. Un ejemplo son los rayos X generados por las máquinas que se emplean para tomar radiografías o tomografías computarizadas (TC).

**Radiación natural de fondo:** cantidad de radiación procedente de fuentes naturales a la que está expuesta una población, como puede ser la radiación terrestre derivada que surge naturalmente de los radionucleidos en la tierra o la radiación cósmica procedente del espacio exterior.

**Radiación no ionizante:** ondas electromagnéticas que no transportan suficiente energía como para ionizar átomos o moléculas. Algunos ejemplos de radiación no ionizante con fines médicos son la ecografía, que utiliza las ondas sonoras, o las resonancias magnéticas (RM) que utiliza una combinación de fuertes campos magnéticos, ondas de radio y gradientes de campos magnéticos.

**Radiación:** energía que viaja a través de la materia. En el contexto de este documento, este término hará referencia a la radiación ionizante. La radiación empleada para la generación de imágenes es radiación electromagnética que viaja en «paquetes» de ínfimo tamaño llamado «cuanto de energía» o «fotón». Los fotones se caracterizan por su longitud de onda y su energía: cuanto más corta es la longitud de onda, más energía contiene el fotón. Ver también «radiación ionizante» y «radiación no ionizante».

**Radiactividad** (también llamada «actividad»): propiedad del núcleo de los átomos inestables que provoca una liberación espontánea de energía en forma de fotones (por ejemplo, rayos gamma) o partículas subatómicas (por ejemplo, partículas alfa o beta). La cantidad de radiactividad se define mediante el número medio de desintegraciones por unidad de tiempo. La unidad de actividad en el Sistema Internacional de Unidades es el segundo recíproco ( $s^{-1}$ ), llamado becquerel (Bq).

**Radiofarmacéutico:** profesional sanitario con formación y educación especializadas en radiofarmacia, competente para preparar y dispensar radiofármacos utilizados para pruebas diagnósticas o tratamientos.

**Radiofármacos:** moléculas o sustancias químicas combinadas con una pequeña cantidad de un isótopo radiactivo que, una vez administrado al paciente, permiten localizar órganos y/o sistemas.

**Radionucleido:** especie radiactiva de un átomo caracterizada por la constitución de su núcleo.

**Radiotrazador:** isótopo radiactivo que sustituye a un elemento químico estable en un compuesto (el cual debe estar sujeto a radiomarcado) de modo que permita su seguimiento o trazado mediante un detector de radiaciones; se usa particularmente en medicina nuclear.

**Reacciones tisulares** (ver efectos determinísticos)

**Relación dosis-respuesta:** relación entre la magnitud de una dosis y la respuesta biológica de un organismo, sistema o (sub)población. Término relacionado: relación dosis-efecto.

**Riesgo atribuible a lo largo de la vida (LAR):** probabilidad de aparición prematura de un cáncer atribuible a la exposición a la radiación en un miembro representativo de la población.

**Riesgo base a lo largo de la vida (LBR):** probabilidad de sufrir una enfermedad durante la vida en ausencia de exposición a radiaciones.

**Riesgo de salud:** probabilidad o posibilidad de que un problema de salud aparezca bajo unas circunstancias determinadas o ante la exposición a un peligro determinado (por ejemplo, radiación).

**Riesgo:** posibilidad de consecuencias nocivas asociadas a la exposición o exposición potencial. En el contexto de este documento, el término se utilizará para referirse a los riesgos de salud asociados a la exposición a la radiación durante la realización de pruebas de diagnóstico por imagen. Aquí se incluyen los riesgos reconocidos (como los procedimientos de alta dosis), así como los riesgos potenciales (asociados a la gran mayoría de los procedimientos de diagnóstico por imagen).

**Salud:** la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades (según la definición proporcionada en la Constitución de la OMS).

**Sievert:** unidad de dosis equivalente y dosis efectiva, igual a 1 J/kg en el Sistema Internacional de Unidades.

**Tasa de dosis:** dosis administrada por unidad de tiempo.

**Técnico en radiología:** (ver técnicos y auxiliares en radiología)

**Técnicos y auxiliares en radiodiagnóstico:** también llamados «radiógrafos». Personal sanitario que lleva a cabo pruebas diagnósticas por imagen, participa en procedimientos quirúrgicos guiados por imágenes y/o administran tratamientos de radioterapia.

**Umbral** (o «nivel umbral de la dosis»): dosis de radiación mínima absorbida que producirá un nivel detectable de un efecto en concreto.

# Anexo C. Recursos adicionales

## Capítulo 1

### Unidades de radiación, fuentes de exposición a la radiación

Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (ICRU)

<http://www.icru.org/>

Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (Agencia australiana de protección radiológica y seguridad nuclear)

<http://www.arpana.gov.au/radiationprotection/basics/units.cfm>

Canadian Centre for Occupational Health and Safety (Centro Canadiense de Prevención de Riesgos Laborales)

[http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/ionizing.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/ionizing.html)

Public Health England – comparativa de dosis

<https://www.gov.uk/government/publications/ionising-radiation-dose-comparisons/ionising-radiation-dose-comparisons>

US Centers for Disease Control radiation dictionary (Diccionario del Centro estadounidense de Control de Enfermedades Radioinducidas)

<http://www.bt.cdc.gov/radiation/glossary.asp>

Health Physics Society (Sociedad de Física Médica)

<https://hps.org/publicinformation/ate/faqs/radiationdoses.html>

<http://hps.org/publicinformation/ate/faqs/radiation.html>

US Department of Health & Human Services (Departamento estadounidense de Servicios Sanitarios y Humanos)

[http://www.remm.nlm.gov/remm\\_RadPhysics.htm](http://www.remm.nlm.gov/remm_RadPhysics.htm)

US Nuclear Regulatory Commission (NRC) (Comisión estadounidense de Regulación Nuclear)

<http://www.nrc.gov/about-nrc/radiation/health-effects/measuring-radiation.html>

United States Environmental Protection Agency (EPA) (Agencia estadounidense de Protección del Medioambiente)

<http://www.epa.gov/radiation>

### Dosis de radiación y riesgos en pruebas de imagen pediátrica

Campaña «Image Gently»

<http://www.imagegently.org/>

Sitiop web de Protección Radiológica de los Pacientes (RPOP) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)

<https://rpop.iaea.org/>

Sitio web informativo producido conjuntamente por el Colegio Estadounidense de Radiología (ACR) y la Sociedad Norteamericana de Radiología (RSNA)

<http://www.radiologyinfo.org/>

National Cancer Institute de National Institutes of Health

<http://www.cancer.gov/cancertopics/causes/radiation/radiation-risks-pediatric-CT>

Sitio web informativo del Colegio Profesional de Radiólogos de Australia y Nueva Zelanda (RANZCR)

<http://www.insideradiology.com.au/pages/faq.php>

Riesgos radiológicos de la tomografía computarizada en niños

Brody AS, Frush DP, Huda W, Brent RL (2007). Radiation risk to children from computed tomography. 120(3):677-682.doi: 10.1542/peds.2007-1910

<http://pediatrics.aappublications.org/content/120/3/677.short>

Información acerca de exposiciones médicas de Public Health England (PHE)

<https://www.gov.uk/government/collections/medical-radiation-uses-dose-measurementsand-safety-advice>

## Capítulo 2

### Directrices de justificación, idoneidad y derivación

Appropriateness Criteria® American College of Radiology (ACR)

<http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>

Sociedad Internacional de Radiología

“Referral Guidelines for Diagnostic Imaging” versión piloto

[http://www.isradiology.org/isr/quality\\_guidelines.php](http://www.isradiology.org/isr/quality_guidelines.php)

Colegio Profesional de Radiología del Reino Unido – iRefer

<https://www.rcr.ac.uk/clinical-radiology/being-consultant/rcr-referral-guidelines/aboutirefer>

Asociación Canadiense de Radiólogos (CAR) – Diagnostic Imaging Referral Guidelines [en inglés y francés]

<http://www.car.ca/en/standards-guidelines/guidelines.aspx>

Sociedad Francesa de Radioprotección. Guide de bon usage des examens d’imagerie médicale [en francés]

<http://www.sfrnet.org/sfr/professionnels/5-referentiels-bonnes-pratiques/guides/guidebon-usage-examens-imagerie-medicale/index.phtml>

Orientierungshilfe Radiologie Austrian Referral Guidelines [en alemán]

[https://www.researchgate.net/publication/258836950\\_Orientierungshilfe\\_Radiologie\\_Anleitung\\_zum\\_optimalen\\_Einsatz\\_der\\_klinischen\\_Radiologie\\_4\\_Auflage\\_Hrsg\\_FFruhwald\\_DTscholakoff\\_FKainberger\\_KWicke\\_Verlagshaus\\_der\\_Arzte\\_GmbH\\_Wien\\_2011](https://www.researchgate.net/publication/258836950_Orientierungshilfe_Radiologie_Anleitung_zum_optimalen_Einsatz_der_klinischen_Radiologie_4_Auflage_Hrsg_FFruhwald_DTscholakoff_FKainberger_KWicke_Verlagshaus_der_Arzte_GmbH_Wien_2011)

Rutas de imagenología diagnóstica – Australia

<http://www.imagingpathways.health.wa.gov.au/index.php/imaging-pathways>

Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR)

Guía para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imágenes [en español]

[http://www.sar.org.ar/web/educ\\_guias.php](http://www.sar.org.ar/web/educ_guias.php)

### Optimización

Campaña «Image Gently»

<http://www.imagegently.org>

Sitio web de Protección Radiológica de los Pacientes (RPOP) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)

<https://rpop.iaea.org>

Radiation Protection in Paediatric Radiology (Colección de Normas de Seguridad del OIEA 71)  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1543\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1543_web.pdf)

Information about paediatric imaging U.S. Food & Drug Administration (FDA)  
<http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/ucm298899.htm>

Journal of the American College of Radiology (JACR), radiation dose optimization in computed tomography: an online resource center for radiologists  
<http://doseoptimization.jacr.org/Home/Pediatrics>

### **Cultura de seguridad radiológica**

Bonn Call for Action – 10 Actions to improve radiation protection in medicine (folleto)  
[http://www.who.int/ionizing\\_radiation/medical\\_exposure/bonncallforaction2014.pdf](http://www.who.int/ionizing_radiation/medical_exposure/bonncallforaction2014.pdf)

IRPA (Asociación Internacional de Protección Radiológica)  
Principios Rectores del IRPA para Establecer una Cultura de la Seguridad  
<http://www.irpa.net/members/IRPA-Guiding%20Principles%20on%20RP%20Culture%20-2014%20.pdf>

Proyecto de IRPA-IOMP-OMS sobre la cultura de la protección radiológica  
<http://www.irpa.net/page.asp?id=179>

OMS Pacientes en defensa de su seguridad – herramientas educativas  
<http://www.who.int/patientsafety/education/en/>

## **Capítulo 3**

### **Información adicional para profesionales sanitarios y pacientes**

Sitio web de Image Gently  
<http://www.imagegently.org/>

Sitio web del OIEA sobre la protección radiológica de pacientes  
Información para pacientes y profesionales sanitarios  
<https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/Patients/index.htm>  
<https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/index.htm>

Información radiológica para pacientes  
<http://www.radiologyinfo.org/>

RADAR Medical Procedure Radiation Dose Calculator and Consent Language Generator  
(Calculador de Dosis de Radiación para Procedimientos Médicos y Generador de Textos de Consentimiento)  
<http://www.doseinfo-radar.com/RADARDoseRiskCalc.html>

FDA: Pediatric X-ray Imaging (Imagenología pediátrica con rayos X)  
<http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/ucm298899.htm>

Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) – La radiación y su paciente – Guía para facultativos médicos  
[http://www.icrp.org/docs/Rad\\_for\\_GP\\_for\\_web.pdf](http://www.icrp.org/docs/Rad_for_GP_for_web.pdf)

Sitio web de imagenología diagnóstica Diagnostic Imaging  
<http://www.diagnosticimaging.com/low-dose/communicating-radiation-risk-pediatricpatients>



## COMUNICANDO LOS RIESGOS DE LA RADIACIÓN EN RADIODIAGNÓSTICO PEDIÁTRICO

El uso de la radiación ionizante en la imagen pediátrica puede salvar vidas y, en muchos casos, evita que se lleven a cabo procedimientos más invasivos.

Aunque las aplicaciones cotidianas de los rayos X en el diagnóstico ayudan a millones de pacientes en todo el mundo, su uso inapropiado puede generar riesgos de radiación innecesarios que podrían evitarse, sobre todo en el caso de los niños. Es necesario aplicar un enfoque equilibrado que reconozca los múltiples beneficios sanitarios, al tiempo que aborde y reduzca al mínimo los riesgos para la salud. Los pacientes y sus familiares deben poder participar en los diálogos sobre los riesgos y los beneficios del radiodiagnóstico pediátrico en el momento, el lugar y la forma necesarios para poder entender mejor la información y emplearla para tomar decisiones informadas. También es necesaria una comunicación precisa y eficaz de los riesgos de la radiación entre los profesionales sanitarios que solicitan o realizan pruebas médicas radiológicas en niños. Al permitir que se tomen decisiones informadas, la comunicación efectiva de los riesgos de radiación ayuda a garantizar el mayor beneficio posible del radiodiagnóstico pediátrico, con los mínimos riesgos posibles. Se pretende que este documento sirva de herramienta para que los profesionales sanitarios comuniquen los posibles o ya conocidos riesgos de la radiación asociados a los procesos del radiodiagnóstico pediátrico, para respaldar el diálogo sobre los beneficios y los riesgos durante el proceso de asistencia sanitaria pediátrica.



**Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad**  
**Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación**

Paseo del Prado 18-20 CP 28014

Madrid, España

<https://www.msssi.gob.es/>