



Protección de las trabajadoras gestantes
expuestas a radiaciones ionizantes
en el ámbito sanitario / CSN



Referencia: SDB-04.02

Relación del grupo de trabajo responsable
de la primera edición, 2003:

Belén Fernández
Emilio Casal
M^a Jesús Manzananas
Ignacio Amor
Ana Blanes
Gloria Martí
M^a Dolores Rueda

Actualización del documento por el CSN, 2016 (V1) y 2024 (V2):

Ignacio Amor
Ana Blanes
M^a Dolores Rueda

© Consejo de Seguridad Nuclear, 2024

Edita y distribuye:
Servicio de Publicaciones
Consejo de Seguridad Nuclear
Pedro Justo Dorado Dellmans, 11
28040 Madrid
tel.: 91 346 01 00
www.csn.es

Diseño de colección: Juan Vidaurre
Maquetación e impresión: Ángel Merlo

Depósito Legal: M-3803-2016

Impreso en papel reciclado con certificado FSC

ÍNDICE

Introducción	7
Recomendaciones y normas aplicables a la exposición ocupacional de las trabajadoras expuestas gestantes	8
Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes en la gestación	12
Evaluación de los puestos de trabajo en el ámbito sanitario	15
Control y vigilancia dosimétrica de las trabajadoras expuestas gestantes	25
Información a trabajadoras expuestas	30
Consideraciones finales	37
Anexos	39
Bibliografía	41

Introducción

Las mujeres embarazadas que, por razón de su actividad laboral, están expuestas a las radiaciones ionizantes, constituyen un colectivo singular desde el punto de vista de la protección radiológica ya que, con objeto de proporcionar una protección al embrión/feto semejante a la que se proporciona a los miembros del público, existe la posibilidad de tener que aplicar medidas de control adicionales a las ya establecidas.

Esta problemática es especialmente relevante en el ámbito de los usos médicos de las radiaciones ionizantes, donde el número de trabajadoras expuestas a radiaciones en edad fértil es significativo. Por ello, en el año 2003 el CSN publicó el documento “La protección de las trabajadoras gestantes expuestas a radiaciones ionizantes en el ámbito sanitario”, desarrollado en el contexto del Foro sobre Protección Radiológica en el Medio Sanitario¹.

Desde la publicación de este documento, ha tenido lugar el desarrollo de nueva normativa en materia de protección radiológica tanto a nivel nacional como internacional² lo que unido a la experiencia adquirida, aconseja una actua-

lización del texto, contemplando los siguientes aspectos:

- Recomendaciones y normas aplicables a la exposición ocupacional de las trabajadoras expuestas gestantes.
- Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes en la gestación.
- Evaluación de los puestos de trabajo en el ámbito sanitario.
- Control y vigilancia dosimétrica de las trabajadoras expuestas gestantes.
- Información a trabajadoras expuestas.
- Consideraciones finales.
- Anexos.
- Bibliografía.

Este documento está dirigido a las trabajadoras/es expuestas y a cualquier profesional relacionado con su vigilancia sanitaria (radiofísicos, profesionales de protección radiológica, personal médico, personal técnico, personal de enfermería, profesionales de los servicios de prevención y titulares de las instalaciones) con el objetivo de proporcionar un enfoque práctico que pueda ser empleado en diferentes situaciones.

1 El Foro de Protección Radiológica en el medio sanitario está constituido por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) y la Sociedad Española de Física Médica (SEFM).
 2 Publicación 103 ICRP; Publicación 139 ICRP; Directiva 2013/59/EURATOM; RD 298/2009 de 6 de marzo, por el que se modifica el RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia; RD 1029/2022 de 20 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.

Recomendaciones y normas aplicables a la exposición ocupacional de las trabajadoras expuestas gestantes

Real Decreto 1029/2022 por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección de la Salud contra los riesgos derivados de la exposición a Radiaciones Ionizantes.

En este reglamento se hace alusión a la trabajadora expuesta gestante en los siguientes artículos:

Artículo 12, “Límite de dosis durante el embarazo y de actividades durante la lactancia”. Establece que:

Tan pronto como una trabajadora comunique su estado de embarazo al titular de la práctica, o de la empresa externa en el caso de trabajadoras externas, la protección del feto deberá ser comparable a la de los miembros del público. Por ello, las condiciones de trabajo de la mujer embarazada serán tales que la dosis equivalente al feto sea tan baja como sea razonablemente posible, de forma que dicha dosis no exceda de 1 mSv, al menos desde la comunicación de su estado hasta el final del embarazo.

Desde el momento en que una trabajadora, que se encuentre en periodo de lactancia, informe de su estado al titular de la práctica, o de la empresa externa en el caso de trabajadoras externas, no se le asignarán trabajos que supongan un riesgo significativo de incorporación de radionucleidos o de contaminación radiactiva.

Artículo 14, “Exposición especialmente autorizada” apartado 2b. Establece que:

No se autorizará la participación en exposiciones especialmente autorizadas a: [...] Las trabajadoras embarazadas y si hay riesgo de incorporación de radionucleidos o contaminación corporal, a aquellas en periodo de lactancia.

Artículo 23, “Información y formación”. Establece que:

El titular de la práctica o, en su caso, la empresa externa, deberá informar, antes de iniciar su actividad, a sus trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes que, durante sus estudios, tengan que utilizar fuentes, sobre: [...]

En el caso de trabajadoras, la necesidad de comunicar cuanto antes la situación de embarazo y el periodo de lactancia, habida cuenta de los riesgos de exposición para el feto, así como el riesgo de contaminación del lactante en caso de incorporación de radionucleidos o contaminación radiactiva corporal.

Artículo 28, “Funciones del Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica ” apartado p. Establece que:

El Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica tendrá asignadas las funciones que le sean aplicables, o que el titular le haya contratado, de las siguientes: Evaluación de los riesgos y definición de las condiciones de trabajo de las trabajadoras embarazadas y en periodo de lactancia.

Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia.

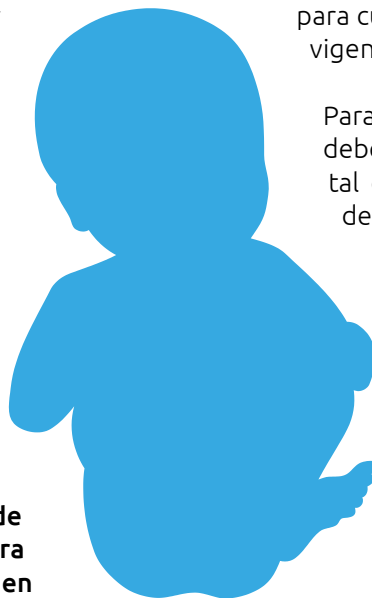
De acuerdo con lo establecido en el real decreto, artículo 4º y anexo VIII:

[...] las trabajadoras gestantes no pueden realizar actividades laborales que supongan riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes cuando ello pueda poner en peligro su seguridad, su salud o la del feto, de acuerdo con las conclusiones obtenidas en la evaluación de riesgos.

En consecuencia, la condición de embarazo de una trabajadora expuesta a radiaciones ionizantes no presupone obligatoriamente la separación del puesto de trabajo, haciendo necesaria la evaluación de las condiciones del mismo y de los riesgos a los que está expuesta para cumplir con los requisitos legales vigentes.

Para llevar a cabo dicha evaluación, deberá existir una coordinación total entre el servicio de prevención de riesgos laborales, el director o supervisor de la instalación y el responsable de protección radiológica.

La retirada de la trabajadora gestante de ese puesto de trabajo únicamente se debería contemplar cuando de dicha evaluación se desprenda que tal actividad laboral puede implicar un peligro para la seguridad o salud de la trabajadora, o la del feto.



Precisamente uno de los objetivos que se persiguen con la presente publicación es que los responsables de riesgos laborales en el ámbito sanitario dispongan de la información y de los criterios necesarios para poder realizar las evaluaciones mencionadas.

Publicaciones de la Comisión Internacional de Protección radiológica (ICRP)

De acuerdo con las recomendaciones de ICRP, en términos de protección radiológica, no existe razón alguna para distinguir entre hombres y mujeres, sin embargo, si una trabajadora ha notificado al titular de su instalación que está embarazada, deben realizarse controles adicionales para proteger al embrión o feto, y las condiciones de trabajo, después de la notificación, deberían ser las adecuadas para garantizar que la dosis al embrión/feto no exceda de 1 mSv durante el resto de la gestación.

En su publicación nº 75, ICRP aclara que ese valor de 1 mSv no debe ser considerado como un límite reglamentario estrictamente hablando, sino que, lo que se trata de conseguir, es que una vez que la trabajadora ha notificado el embarazo, sus condiciones de trabajo sean tales que sea improbable que el feto pueda recibir 1 mSv durante el resto de la gestación.

Por tanto, el hecho de que una trabajadora expuesta a radiaciones ionizantes se quede embarazada no significa que sea necesario que se

abstenga completamente de trabajar en presencia de radiaciones ionizantes, o que se deba impedir que entre o trabaje en zonas controladas o vigiladas.

Cabe señalar que en su publicación nº 139, ICRP señala que los datos actualmente disponibles no justifican impedir a las trabajadoras embarazadas la realización de procedimientos intervencionistas.

La Comisión pone especial énfasis en recomendar que, a fin de proteger al embrión/feto o al niño recién nacido, las mujeres que han comunicado que están embarazadas o están en periodo de lactancia no deberían estar involucradas en operaciones de emergencia que impliquen dosis de radiación altas.

Por ello, el titular debería revisar cuidadosamente las condiciones de exposición de las trabajadoras embarazadas de tal forma que la probabilidad de exposición e incorporación de radionucleidos de forma accidental sea extremadamente baja.

En definitiva, con este planteamiento, ICRP no solo trata de asegurar una adecuada protección al feto, sino que también trata de prevenir y evitar elementos de discriminación laboral para las trabajadoras expuestas a radiaciones ionizantes en edad fértil.

DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSEJO de 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom y 2003/122/Euratom.

En línea con las recomendaciones de ICRP, la directiva, en su artículo 10, Protección de trabajadoras embarazadas o en período de lactancia, establece que:

Los Estados miembros garantizarán que la protección del feto sea comparable a la proporcionada a miembros de la población. Tan pronto como una trabajadora embarazada informe de su embarazo al titular de la actividad, de conformidad con la legislación nacional, el titular garantizará unas condiciones de trabajo de la trabajadora embarazada tales que la dosis equivalente para el feto sea tan baja como sea razonablemente posible y que

sea improbable que dicha dosis supere 1 mSv al menos durante el resto del embarazo.

Tan pronto como una trabajadora informe al titular de la actividad de que está en período de lactancia, esa trabajadora no será empleada en un trabajo que conlleve un riesgo significativo de incorporación de radionucleidos o de contaminación corporal.

Estas disposiciones de la directiva se deberán trasponer a cada una de las legislaciones nacionales en los próximos cuatro años, no obstante, están acorde con la legislación española actualmente vigente, y se recogen en el artículo 12 del Real Decreto 1029/2022 por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección de la Salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.



Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes en la gestación

En relación con los efectos derivados de una exposición prenatal a las radiaciones ionizantes y tras analizar todas las evidencias científicas y radiobiológicas aportadas por el Comité Científico de Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Ionizantes (UNSCEAR), en las recomendaciones básicas de ICRP-103 se concluye lo siguiente:

a. Respecto a los riesgos de lesión tisular y malformación en útero (efectos deterministas) a dosis por debajo de 100 mGy de radiación de baja LET³, los nuevos datos confirman que:

- La susceptibilidad embrionaria a efectos letales de la irradiación en el período de preimplantación del desarrollo embrionario, a dosis por debajo de 100 mGy, será muy baja.
- Respecto de la inducción de malformaciones, datos más recientes fortalecen la opinión de que existen patrones de radiosensibilidad en útero dependientes de la edad gestacional, expresándose la máxima sensibilidad durante el período de mayor organogénesis. En base a los datos con animales, se estima que hay una verdadera dosis umbral alrededor de 100 mGy para la inducción de malformaciones; por consiguiente, para fines prácticos, la comisión considera que no se esperan riesgos de malformación des-

pues de la exposición en útero a dosis por debajo de 100 mGy.

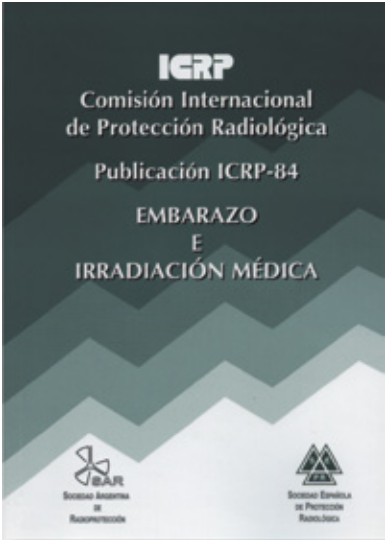
- En cuanto a la inducción de daño cognitivo severo después de la irradiación en el período prenatal más sensible (8-15 semanas después de la concepción), los datos apoyan la existencia de un umbral de dosis de al menos 300 mGy para este efecto y, por consiguiente, la ausencia de riesgo a los niveles de dosis habituales en el ámbito de la protección radiológica, que para la exposición ocupacional están, en término medio, alrededor de 1 mGy por año.
- Los datos asociados a la pérdida del cociente intelectual (IQ) del orden de 25 puntos por Gy son más difíciles de interpretar y no puede excluirse la posibilidad de una dosis-respuesta sin umbral. Sin embargo, incluso en ausencia de un verdadero umbral de dosis, cualquier efecto en el IQ a consecuencia de una dosis en útero por debajo de 100 mGy, no tendrá relevancia alguna a efectos prácticos.

b. Respecto al riesgo de inducción de cáncer como resultado de la irradiación en útero, hay datos disponibles relacionados principalmente con irradiaciones de pacientes, pero las incertidumbres a ellos asociadas son significati-

3 LET: en sus siglas inglesas, Linear Energy Transfer (Transferencia lineal de energía). Las radiaciones de baja LET son los fotones (Rayos X y Gamma) y producen una baja densidad de ionizaciones (ionizaciones por unidad de distancia recorrida).

vamente elevadas. Ante esta realidad, en una posición prudente, ICRP asume que el riesgo de cáncer (a lo largo de la vida) tras una exposición prenatal es similar al riesgo tras una irradiación en la infancia temprana.

En la publicación nº 84 de ICRP se analiza en detalle cómo afecta el valor de la dosis resultante de una exposición prenatal en la probabilidad de tener un hijo sano, es decir, sin que padezca malformaciones y sin que desarrolle cáncer desde su nacimiento hasta los 19 años, tal y como se presenta en la siguiente tabla:



PROBABILIDAD DE TENER UN HIJO SANO EN FUNCIÓN DE LA DOSIS DE RADIACIÓN

Dosis absorbida por el embrión/feto (mGy)	Probabilidad de que el niño NO tenga malformaciones (%)	Probabilidad de que el niño NO desarrolle cáncer entre los 0 y 19 años (%)
0	97	99.7
0.5	97	99.7
1	97	99.7
2.5	97	99.7
5	97	99.7
10	97	99.6
50	97	99.4
100	próximo a 97	99.1



Publicación nº 84. ICRP

Como se puede comprobar, en relación con la probabilidad de malformaciones, el riesgo 0 para el feto no existe (haya o no haya exposición a la radiación ionizante). Para dosis entre 0 y 100 mGy, no existe un incremento de riesgo o un aumento de la probabilidad de incidencia de malformaciones en el recién nacido. Dicho en otras palabras: no se modifica la estadística general de afectación por cualquier causa (incluyendo la espontánea).

Para dosis de 100 mGy, el incremento de probabilidad de incidencia de cáncer durante la infancia, es del 0.6%, lo que correspondería a una muerte por cáncer de cada 1700 niños expuestos en útero a una dosis de 10 mGy. Es decir, un niño de 0 a 15 años de cada 1700 niños que reciben una dosis de 10 mSv podría morir de cáncer. Por lo tanto y teniendo en cuenta este tipo de

consideración, para 1 mSv la incidencia de cáncer es despreciable.

Según la publicación 84 de ICRP el riesgo existente en la población gestante no expuesta a radiación es el siguiente:

RIESGO EN LA POBLACIÓN GESTANTE NO EXPUESTA A LA RADIACIÓN

Aborto espontáneo	> 15%
Incidencia de anomalías genéticas	4-10%
Retardo de crecimiento intrauterino	4%
Incidencia de malformaciones mayores	2-4%

En la población infantil, la incidencia natural de cáncer es muy baja (2-3/1000), es decir, dos a tres niños de 0 a 15 años de cada 1000 niños no expuestos a otro tipo de radiación que la debida al fondo natural, puede morir de cáncer (ICRP 84).

Como conclusión de lo anterior se puede afirmar que:

- En la trabajadora expuesta gestante no existe un mayor riesgo de malformación o de cualquier tipo de efecto determinista para el feto a causa de las dosis de radiación recibidas durante su trabajo habitual.
- La incidencia de cáncer infantil debido a la exposición a esos niveles de dosis (1 mSv) es despreciable y muchísimo menor que la incidencia natural del mismo.

Evaluación de los puestos de trabajo en el ámbito sanitario

Los elementos necesarios para poder desarrollar un programa aceptable de evaluación y control de las dosis de radiación que pueda recibir el embrión/feto de una trabajadora expuesta gestante son:

1. Notificación formal y voluntaria del embarazo incluyendo la fecha estimada de la concepción.
2. Evaluación de las condiciones en las que se desarrolla el trabajo de la profesional expuesta gestante.
3. Medidas que deben adoptarse. Asignación del puesto de trabajo.

1. Notificación formal y voluntaria del embarazo incluyendo la fecha estimada de la concepción

La comunicación de embarazo por parte de la trabajadora expuesta gestante es responsabilidad exclusiva de esta; por tanto la responsabilidad de la protección del feto recae inicialmente en la propia mujer embarazada. Solo a partir del momento de la notificación formal del embarazo la responsabilidad pasa a ser compartida con el titular de la práctica.

Una vez que el embarazo haya sido comunicado, es responsabilidad del titular asegurarse de que las condiciones de trabajo sean tales que se dé cumplimiento al límite de dosis establecido en la legislación. Además, el titular debe procurar que la trabajadora esté totalmente informada de los posibles riesgos que pueden existir en su puesto de trabajo, de las medidas de protección y de los límites de dosis que se le van a aplicar, proporcionándole en todo momento asesoramiento y asistencia.

Los derechos y privacidad de la trabajadora deberán ser mantenidos antes, durante y después de la notificación de embarazo.

A continuación, se presenta un modelo de ficha que recoge los datos que se deberían incluir en esta situación.

NOTIFICACIÓN DE EMBARAZO

Declaro voluntariamente que estoy embarazada con el fin de asegurar que, en el desempeño de mi trabajo, se apliquen las medidas de protección establecidas en la legislación vigente.

Nombre y apellidos

DNI

Puesto de trabajo

Fecha estimada de la concepción

Fecha de la notificación

Declaro mi conformidad a continuar trabajando

Observaciones

Firma de la trabajadora (Recibí la información específica)

Firma del responsable de Protección Radiológica de la instalación

Firma del médico responsable de Prevención de Riesgos Laborales

2. Evaluación de las condiciones en las que se desarrolla el trabajo de la profesional expuesta gestante

A continuación se revisan las diferentes situaciones ocupacionales que se pueden contemplar en las instalaciones de Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear, Laboratorios y Radioterapia, indicando en cada caso las recomendaciones aplicables.

Se ha considerado una clasificación especial, que se define a continuación, habida cuenta de que en cada instalación se pueden dar circunstancias que deben ser valoradas individualmente:

2.1. Situaciones especiales (NO DEBERÍA)

En esta clasificación se consideran **situaciones especiales**, aquellas situaciones en las que NO SE DEBERÍA trabajar pero que, con el objetivo de no introducir elementos de discriminación laboral para las mujeres gestantes, con carácter excepcional, PODRÍA PERMITIRSE el desarrollo del trabajo *siempre que la trabajadora gestante manifieste, de forma expresa, su voluntad de continuar en esa actividad laboral y siempre que el trabajo se realice en condiciones que aseguren el cumplimiento de la legislación vigente. Para ello, dichas condiciones deberán ser establecidas, y justificadas de forma documental, por un Servicio de Protección Radiológica que, asimismo, supervisará el cumplimiento de las mismas.*

Las situaciones especiales consideradas en el ámbito sanitario se resumen en el anexo A y se detallan a lo largo del documento.

2.2. Situaciones excluyentes (NO DEBERÁ)

Son aquellas situaciones en las que por la condición de embarazo, la trabajadora NO PODRÁ desarrollar su trabajo habitual.

Las situaciones excluyentes consideradas en el ámbito sanitario se resumen en el anexo A y se detallan a lo largo del documento.

2.3. Puestos de trabajo

2.3.1. Instalación de radiodiagnóstico médico

El riesgo radiológico asociado a una instalación de radiodiagnóstico es de irradiación externa.

Como regla general, la trabajadora expuesta gestante puede seguir desarrollando su actividad en las instalaciones de radiodiagnóstico, en aquellos casos en los que existan barreras estructurales de protección, ya que es muy improbable que en tales circunstancias las condiciones de trabajo sean tales que la dosis equivalente a la superficie del abdomen exceda de 1 mSv hasta el final de la gestación.



No obstante, la trabajadora expuesta gestante, NO DEBERÍA trabajar en aquellas situaciones en las que no existan barreras estructurales que puedan protegerla, aunque en determinados casos se podría permitir adoptando medidas específicas de control y protección radiológica.

Por el contrario, la trabajadora expuesta gestante, NO DEBERÁ participar en exposiciones especialmente autorizadas y situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

Las medidas de protección que, en general, deben adoptarse en este tipo de instalación son:

- Llevar siempre puesto el dosímetro sobre el abdomen, además de su dosímetro habitual, si dispone de vigilancia dosimétrica individual.
- Permanecer detrás de las barreras de protección (estructurales o mamparas).
- Efectuar el disparo a la máxima distancia posible.
- No permanecer en la sala mientras se realiza una exploración, a menos que sea imprescindible, en cuyo caso se deberá permanecer a la máxima distancia posible y utilizar un delantal plomado.

A continuación se enumeran los diferentes procedimientos diagnósticos/terapéuticos que se pueden presentar en una instalación de radiodiagnóstico médico y se valora el riesgo asociado:

a. Salas con equipos de radiodiagnóstico general y dental no intraoral (con barrera estructural)

En estos casos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 1 mSv hasta el final de la gestación es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

b. Equipos de mamografía

En estos casos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 1 mSv hasta el final de la gestación es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habi-

tual, siempre que se permanezca detrás de una barrera estructural.

c. Sala de Tomografía Computarizada (CT)

En estos casos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 1 mSv hasta el final de la gestación es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

d. Equipos de radiodiagnóstico dental intraoral y podológico

Con este tipo de equipos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 1 mSv hasta el final de la gestación es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual, siempre que las exposiciones radiográficas se efectúen a una distancia mínima de 2 metros del tubo emisor de rX.



e. Equipos de densitometría ósea

La probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 1 mSv hasta el final de la gestación es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

f. Equipos de rX móviles de grafía

Aunque las técnicas radiográficas que se emplean en un equipo portátil no son muy elevadas, al no existir barreras estructurales, la trabajadora expuesta gestante NO DEBERÍA⁶ realizar exploraciones con este tipo de equipos.

g. Equipos quirúrgicos de escopia

Estos equipos son los utilizados en los quirófanos. Dado que pueden utilizarse sin la posibilidad de barreras estructurales y junto a la mesa (a pie de tubo), la trabajadora gestante NO DEBERÍA trabajar en los mismos.

h. Radiología intervencionista

En este tipo de salas y procedimientos, se registran las dosis más altas debidas a la exposición a rayos X, de hecho, estas zonas, cuando el equipo está en uso, están clasificadas como controladas de permanencia limitada. Por lo tanto, la trabajadora expuesta gestante NO DEBERÍA trabajar en el interior de dichas salas, pudiéndolo hacer en los puestos de control, los cuales son zonas vigiladas.

2.3.2. Instalación de Medicina Nuclear

En las instalaciones de medicina nuclear, al riesgo de exposición externa, se une el de contaminación.



En general, es necesario evitar que las trabajadoras expuestas gestantes desarrollen su actividad laboral en zonas en las que exista riesgo significativo de incorporación de radionucleidos o contaminación corporal. En todo caso, habrá que prestar especial atención a garantizar que las condiciones de trabajo aseguren que la probabilidad de incorporación de material radiactivo por la trabajadora gestante sea prácticamente nula.

Las medidas de protección radiológica que deben adoptarse serán las siguientes:

- Llevar siempre puesto el dosímetro sobre el abdomen, además de su dosímetro habitual, si dispone de vigilancia dosimétrica individual.

- Utilizar blindaje y delantal plomado en casos de manipulación de radiofármacos.
- Permanecer a la máxima distancia posible de los pacientes inyectados o de las fuentes de radiación y durante el menor tiempo posible, y utilizar delantal plomado.
- Utilizar guantes desechables.
- Utilizar ropa específica para el trabajo.
- Mantener una adecuada ventilación de la sala.
- Monitorear manos y ropas antes de salir de la instalación.
- No usar cosméticos, ni fumar ni ingerir o beber alimentos en zonas de posible contaminación.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ⁵ participar en exposiciones especialmente autorizadas y situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

A continuación se valora la conveniencia de permanecer en el puesto de trabajo en función de que se trate de una instalación de medicina nuclear convencional o de medicina nuclear con equipos PET-CT:

a. Instalaciones de MN convencional (SPECT/ SPECT-CT)

En estas instalaciones la trabajadora expuesta gestante NO DEBERÍA permanecer en las salas de adquisición de imágenes, aunque, en determinadas situaciones y adoptando las adecuadas medidas adicionales de control y protección se podrá admitir la presencia en las mismas.

Por el contrario, NO DEBERÁ realizar tareas que impliquen la manipulación de radiofármacos en

cámara caliente y área de administración de dosis. Tampoco DEBERÁ⁷ permanecer en salas de espera de pacientes inyectados ni participará en el cuidado de pacientes sometidos a terapia metabólica.

En algunas instalaciones de Medicina Nuclear existen equipos de densitometría ósea que incorporan una fuente radiactiva encapsulada. En estos casos, el trabajo se realiza en una zona vigilada, lo que quiere decir que la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 1 mSv hasta el final de la gestación, es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

b. Instalaciones con equipos de tomografía por emisión de positrones (PET/ PET-CT)

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en las actividades de manipulación de radiofármacos, ni en la inyección de los mismos ni en la preparación y cuidado de los pacientes una vez que éstos estén inyectados.

2.3.3. Laboratorios de análisis clínicos con fuentes no encapsuladas

En este tipo de instalaciones radiactivas, el riesgo es de contaminación interna y externa, si bien, este riesgo es mínimo si se trabaja con 'kits' de radiofármacos ya listos para su utilización.

En estos casos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 1 mSv hasta el final de la gestación, es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

No obstante, debido al riesgo existente de contaminación (aunque sea bajo) se tendrán en cuenta las siguientes medidas de protección radiológica adicional:

- Llevar siempre puesto el dosímetro sobre el abdomen además de su dosímetro habitual, si dispone de vigilancia dosimétrica individual.
- Utilizar guantes desechables.
- Utilizar ropa específica para el trabajo.
- Realizar chequeos diarios de contaminación externa para verificar que esta no existe (y que por tanto no se puede resuspender).
- Monitorear manos y ropas antes de salir de la instalación.
- No usar cosméticos, ni fumar ni ingerir alimentos o beber en el laboratorio.
- Utilizar un blindaje de metacrilato o plástico similar (mínimo 1 cm) si se trabaja con P-32 o S-35.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en exposiciones especialmente autorizadas y situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

2.3.4. Instalación de Radioterapia

En las instalaciones de radioterapia se llevan a cabo procedimientos terapéuticos mediante técnicas de teleterapia con aceleradores lineales y de braquiterapia con fuentes radiactivas encapsuladas.

En general, el riesgo existente es de exposición externa y por tanto las medidas de protección que deben adoptarse son las siguientes:

- Llevar siempre puesto el dosímetro sobre el abdomen además de su dosímetro habitual si dispone de vigilancia dosimétrica individual.
- Permanecer detrás de las barreras estructurales de protección.
- Permanecer a la máxima distancia posible de las fuentes de radiación o de los pacientes con fuentes incorporadas y durante el menor tiempo posible, y utilizar delantal plomado.

Seguidamente se exponen los diferentes procedimientos terapéuticos que pueden llevarse a cabo en una instalación de radioterapia.

a. Teleterapia. Acelerador Lineal

Dadas las características de funcionamiento de este tipo de equipos, es muy improbable que por las condiciones de trabajo, la dosis equivalente en la superficie del abdomen exceda de 1 mSv, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en exposiciones especialmente auto-

rizadas y situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

b. Protonterapia

Dadas las características de funcionamiento de este tipo de equipos, es muy improbable que, por las condiciones de trabajo, la dosis equivalente en la superficie del abdomen exceda de 1 mSv, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ realizar actividades que impliquen riesgo de contaminación o de exposición por activación.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en exposiciones especialmente autorizadas y situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

c. Radioterapia estereotáxica (Gammaknife)

Dadas las condiciones de funcionamiento de este tipo de equipos, es muy improbable que, por las condiciones de trabajo, la dosis equivalente en la superficie del abdomen exceda de 1 mSv, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en exposiciones especialmente autorizadas y situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

d. Braquiterapia de carga diferida automática

Dadas las condiciones de funcionamiento de este tipo de equipos, es muy improbable que,



por las condiciones de trabajo, la dosis equivalente en la superficie del abdomen exceda de 1 mSv, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en exposiciones especialmente autorizadas y situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

e. Braquiterapia manual

Una trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en la manipulación de fuentes para las técnicas de braquiterapia manual. Asimismo tampoco DEBERÁ participar en tareas relacionadas con el cuidado de pacientes.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en exposiciones especialmente autorizadas y situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

3. Medidas que deben adoptarse. Asignación del puesto de trabajo

Una vez realizada la notificación de embarazo y valorado el puesto de trabajo en relación con el riesgo asociado al mismo, a la vista de las condiciones en las que se desarrolla la actividad laboral y teniendo en cuenta el historial dosimétrico de los últimos meses, o bien el de otros trabajadores expuestos que realicen una actividad similar, se deberá hacer una estimación de la dosis que pueda recibir la trabajadora expuesta gestante en la superficie del abdomen, hasta el final de la gestación, pudiéndose plantear las siguientes situaciones:

- a. Que no sea necesario realizar ningún cambio en las condiciones de trabajo.
- b. Que la trabajadora pueda continuar con su trabajo normal, pero se deban tomar ciertas precauciones o medidas de protección adicionales.
- c. Que la trabajadora deba ser trasladada a otro puesto de trabajo donde se garantice que las condiciones de trabajo sean las adecuadas en su caso.

Deberá existir una coordinación total entre el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales correspondiente, el Servicio de Protección Radiológica y el supervisor o persona a la que se le encomiende las funciones de protección radiológica, en cuanto a la evaluación de las condiciones del trabajo a desempeñar por la trabajadora expuesta gestante y toma posterior de decisiones.



Control y vigilancia dosimétrica de las trabajadoras expuestas gestantes

Como ya se ha indicado, tanto la normativa española como las normas y recomendaciones internacionales en protección radiológica exigen que al feto se le asegure un nivel de protección similar a la que se proporciona a los miembros del público. A efectos prácticos esto implica que las condiciones del trabajo de las mujeres gestantes deben ser tales que hagan improbable que la dosis recibida por el feto exceda de 1 mSv desde, al menos, el momento en que la trabajadora notifica su embarazo al titular de la instalación.

A la dosis recibida por el feto pueden contribuir tanto los campos de radiación externa a los que, en mayor o menor grado, están expuestas todas las trabajadoras gestantes, como las dosis internas resultantes de la incorporación de radionucleidos al organismo de aquellas trabajadoras gestantes que desarrollan su actividad laboral en zonas en las que pudiera existir riesgo de contaminación radiactiva.

Ambas contribuciones deben ser adecuadamente vigiladas y valoradas para asegurar que la suma de las dosis resultantes de ambas vías de exposición no excede el valor de 1 mSv (desde el momento de la notificación del embarazo).

a. Vigilancia de las dosis resultantes de la irradiación externa

Cuando los campos de radiación externa a los que está expuesta la trabajadora gestante son

homogéneos e isotropos⁴, el mismo dosímetro que se utiliza para controlar las dosis recibidas por las trabajadoras expuestas, y que se coloca a la altura del pecho, podría utilizarse también para vigilar y controlar la dosis recibida por el feto.

Sin embargo, a la vista de las inevitables incertidumbres en cuanto a la homogeneidad de los campos de radiación a los que puedan quedar sometidas las trabajadoras gestantes, el CSN considera necesario que a las trabajadoras gestantes se les dote de un dosímetro específico, colocado en el abdomen, para vigilar y controlar las dosis recibidas por el feto.

Por tanto,

- Cuando una trabajadora gestante (de categoría A o B) está sometida a vigilancia dosimétrica individual, una vez notificado el embarazo al titular de la instalación, éste le tiene que asignar un segundo dosímetro personal, que se deberá colocar en el abdomen.
- Cuando una trabajadora gestante (de categoría B) está sometida a vigilancia dosimétrica de área, una vez notificado el embarazo al titular de la instalación, este le tiene que asignar un dosímetro personal, que se deberá colocar en el abdomen.

4 Dícese de los cuerpos cuyas propiedades físicas son idénticas en todas las direcciones.

En caso de que, en el transcurso de su actividad laboral, la trabajadora gestante tuviera que utilizar un delantal plomado, el dosímetro de abdomen deberá colocarse siempre por debajo de dicho delantal.

Es importante tener en cuenta que cuando se soliciten estos dosímetros adicionales al servicio de dosimetría personal que se tenga contratado, se tiene que hacer hincapié en que el dosímetro que se solicita no es de los habituales (corporales) sino específico para el abdomen de una trabajadora gestante. Es primordial que los servicios de dosimetría dispongan de esta información puesto que las lecturas obtenidas en los dosímetros de abdomen se gestionan y registran, por dichos servicios, de modo diferente a lo que lo hacen en el caso de los dosímetros corporales.



Hay que señalar que la dosis registrada en un dosímetro de abdomen no es directamente comparable con la dosis recibida por el feto. De acuerdo con lo indicado en la publicación ICRP-84, el dosímetro personal utilizado por las trabajadoras gestantes puede sobreestimar la dosis fetal hasta en un factor 10 (o más) en el ámbito del radio-diagnóstico, o hasta en un factor 4 en el ámbito de la medicina nuclear o de la radioterapia.

En base a lo que se establecía en las recomendaciones básicas de ICRP-103⁵ y, desde el punto de vista de la gestión de las lecturas dosimétricas, el CSN ha adoptado⁶ un valor de 2 para la relación entre la dosis al abdomen y la dosis fetal o, en otras palabras, que una dosis de 2 mSv en el dosímetro de abdomen equivale a una dosis fetal de 1 mSv. Siguiendo este criterio, el CSN ha requerido a los servicios de dosimetría personal que, a efectos prácticos, computen como superación del límite de dosis aquellos casos en que, como resultado de una única lectura, o por acumulación de lecturas, la dosis en el dosímetro de abdomen excede el valor de 2 mSv.

Sin embargo, a la vista de lo que se indicaba en ICRP-84, el hecho de que en un dosímetro de abdomen se exceda el valor de 2 mSv no necesariamente implica que la dosis recibida por el feto exceda de 1 mSv. En estos casos deberá evaluarse el espectro energético de los campos de ra-

5 En dichas recomendaciones se indicaba que, una vez notificado el embarazo y con objeto de garantizar que el nivel de protección del feto es comparable al de los miembros del público, había que aplicar un límite suplementario de 2 mSv para la dosis equivalente en la superficie del abdomen (tronco inferior) de la trabajadora gestante.

6 Consejo de Seguridad Nuclear. Guía de Seguridad 7.1 (rev.1).

diación que han dado lugar a esas dosis para, a continuación, valorar de forma realista la dosis que pudiera haber recibido el feto, comprobando finalmente si la dosis recibida por el feto ha excedido, o no, el valor de 1 mSv.

b. Vigilancia de las dosis resultantes de una contaminación interna

La dosis recibida por el feto como resultado de una eventual contaminación interna de la trabajadora gestante viene determinada por procesos como:

- La transferencia de la actividad depositada en el torrente sanguíneo de la trabajadora gestante a su placenta.
- La distribución y retención en el tejido fetal de la actividad presente en la placenta de la trabajadora gestante.
- La irradiación externa resultante de la actividad presente en la placenta y en los distintos órganos y tejidos de la trabajadora gestante.

Para determinar las dosis fetales que resultan de estos procesos es necesario proceder a una modelización matemática de los mismos y esto, dada la variedad de factores que condicionan el comportamiento metabólico de los contaminantes, entraña enormes dificultades. Resulta además que los mencionados procesos están determinados por una parte por las propiedades físicas, químicas y biológicas de los contaminantes y, por otra, por el estado del desarrollo embrionario o fetal en el momento en que se produce la contaminación interna de la trabajadora gestante.

Para dicha modelización se hace uso de los denominados modelos biocinéticos, en los que el organismo se asocia a un conjunto de compartimentos discretos en los que se caracteriza la transferencia de actividad entre los distintos compartimentos mediante sistemas de ecuaciones diferenciales; la solución de estos sistemas proporciona las funciones matemáticas que describen la evolución temporal de la actividad presente en cada compartimento y, a partir de estas funciones, se puede valorar la distribución, retención y eliminación de la actividad incorporada al organismo.

Los modelos que se utilizan para caracterizar los procesos por los que la actividad incorporada por una trabajadora gestante (como resultado de una contaminación interna) se distribuye y retiene en el tejido fetal son de gran complejidad por lo que, en general, las dosis que con ellos se obtienen están afectadas de importantes incertidumbres.

A la vista de estas dificultades hay que tratar siempre de evitar que las trabajadoras gestantes desarrollen su actividad laboral en zonas de trabajo en las que exista riesgo significativo de contaminación radiactiva. Incluso en situaciones en las que ese riesgo sea bajo, es necesario garantizar que la probabilidad de contaminación interna para la trabajadora gestante sea prácticamente nula.

Siempre que se cumplan estas premisas no resultará necesario implantar una sistemática para estimar las dosis recibidas por el feto como resultado de una contaminación interna de la trabajadora gestante.

Si, como resultado de alguna incidencia operativa o de un accidente, una trabajadora gestante sufriera una contaminación interna, hay métodos para poder estimar las dosis recibidas por el feto con un nivel de incertidumbre que se considera aceptable a efectos de protección radiológica. Así, por ejemplo, en la publicación ICRP-88:

- Se definen los modelos biocinéticos a utilizar para caracterizar la transferencia de la actividad incorporada por la madre a la placenta, y su posterior distribución y retención en los tejidos fetales.
- Se establece la metodología a seguir para estimar las dosis recibidas por el feto tanto como resultado de la actividad retenida en el tejido fetal, como de la actividad presente en los órganos y tejidos de la madre.
- Se presentan valores de los denominados coeficientes de dosis (dosis recibida por el feto por unidad de actividad incorporada por la madre) que posibilitan un cálculo inmediato de la dosis al feto una vez que se conoce la

actividad incorporada por la madre como resultado de la contaminación interna.

Los coeficientes de dosis que se presentan en ICRP-88 están calculados para incorporaciones crónicas y agudas (tanto por inhalación como por ingestión) de un total de 31 radionucleidos⁷ considerando, para cada uno de ellos, diferentes formas químicas.

Dichos coeficientes están calculados para incorporaciones acaecidas en el momento de la concepción y en diferentes momentos del período de gestación (5, 10, 15, 25 y 35 semanas) y se refieren a:

- La dosis equivalente al tejido fetal que recibe dosis más elevadas.
- La dosis equivalente al cerebro del feto entre las semanas siete y quince del período de gestación.
- La dosis efectiva al feto durante el período de gestación.
- La dosis efectiva comprometida (hasta los 70 años) al neonato.

La comparación de los coeficientes de dosis fetales con los correspondientes a un individuo estándar adulto⁸ muestra que, en la mayor parte de los casos, la dosis recibida por la trabajadora

7 En un informe posterior del Health and Safety Executive del Reino Unido (Report 397) se presentan coeficientes de dosis fetales, calculados con la metodología de ICRP-88, para un conjunto de radionucleidos (típicos del ámbito ocupacional) no incluidos en dicha publicación.

8 Hasta la fecha, en el ámbito ocupacional, ICRP no ha contemplado diferencias entre hombres y mujeres a la hora de establecer los coeficientes de dosis aplicables al cálculo de las dosis resultantes de una contaminación interna.



gestante es significativamente mayor que la dosis recibida por el feto. Sin embargo, hay un conjunto de radionucleidos (P-32, P-33, S-35, Ca-45, Ca-47, Sr-89, I-131) en los que la dosis al feto o al neonato puede ser mayor⁹ que la dosis recibida por la trabajadora gestante.

Algunos de los radionucleidos mencionados se utilizan en determinadas prácticas hospitalarias y, por ello, en tales prácticas habrá que poner especial cuidado en la implantación de las medidas necesarias para garantizar que la probabilidad de contaminación interna para la trabajadora gestante sea prácticamente nula.

9 Hasta un orden de magnitud en el caso de los isótopos de fósforo, calcio y estroncio.

Información a trabajadoras expuestas

En este capítulo se desarrolla el contenido de la información que se debe transmitir a todas las profesionales del medio sanitario que, por motivo de su trabajo, pueden estar expuestas a radiaciones ionizantes.

Información general acerca de los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ionizantes

Las radiaciones ionizantes forman parte de nuestro entorno y son responsables de que la población reciba una determinada dosis de radiación. Esta dosis de radiación recibida proviene de fuentes naturales externas (radiación cósmica y radiación terrestre) e internas (como el K-40 incorporado en nuestro organismo a través de los alimentos y el agua) y de fuentes artificiales (ensayos de explosiones nucleares, producción de energía nuclear y aplicaciones de las radiaciones ionizantes en el diagnóstico y tratamiento médicos).

Hay que tener en cuenta que las fuentes naturales de radiación son responsables del 90 % de la dosis total recibida por la población. En el 10 % restante se incluyen las dosis recibidas a causa de las fuentes artificiales, siendo las aplicaciones médicas las que representan la mayor parte de este porcentaje.

La magnitud utilizada para la medida de dosis es la dosis absorbida cuya unidad es el Gray (Gr). Para la estimación de efectos biológicos se utiliza la magnitud denominada dosis equivalente, cuya unidad es el Sievert (Sv).

En la mayoría de los tipos de radiación, el valor numérico de la dosis expresada en Gy coincide con el valor numérico de la dosis equivalente en Sv. En el campo de la protección radiológica es más frecuente utilizar la milésima parte de esta unidad, el milisievert (mSv).

La dosis media anual que recibe la población a causa de fuentes naturales es fundamentalmente debido a Radon-222 y es de 2,4 mSv, fluctuando este valor en función del lugar en el que se vive. La dosis recibida a causa de fuentes artificiales es mucho menor, alrededor de 1 mSv.

Con el objetivo de facilitar la transmisión de la información desarrollada en los apartados anteriores del presente documento a todos los profesionales del medio sanitario expuesto a radiaciones ionizantes o contaminación, se indican las preguntas que se plantean con mayor frecuencia y sus correspondientes respuestas.

Unidades de medida	Actual unidad	Antigua unidad	Correspondencia
Medida de la actividad de las fuentes radiactivas	Becquerel Bq	Curio Ci	1 Bq = 2,7 x 10 ¹¹ Ci 1 Ci = 3,7x10 ¹⁰ Bq
Medida de 'dosis absorbida'	Gray Gy	Rad	1 Gy = 100 Rad = 1 julio/ kg
Medida de 'dosis equivalente' y de 'dosis efectiva'	Sievert Sv	Rem	1 Sv = 100 rem

¿Qué tipo de efectos biológicos produce la radiación ionizante?

La unidad básica del organismo vivo es la célula, en cuyo núcleo y concretamente en el ADN, se encuentra codificada toda la información genética. Los efectos biológicos que produce la radiación son consecuencia de la transferencia de energía a los átomos y moléculas constituyentes de las células, dando lugar a ionizaciones. Cuando una radiación incide sobre una célula se producen ionizaciones que pueden afectar de forma directa o indirecta a la molécula de ADN. El efecto puede manifestarse bien en el propio individuo, denominándose efecto somático o bien en sus descendientes, debido a la afectación de las células germinales, denominándose entonces efecto hereditario.

Los estudios realizados hasta ahora no han mostrado efectos hereditarios en el hombre. Tampoco se han documentado efectos en ninguno de los descendientes de los supervivientes de las bombas atómicas.

En función de la forma en la que la radiación produce un daño en la salud del individuo, los efectos se denominan estocásticos o tisulares (deterministas).

La inducción de cáncer y los efectos hereditarios son efectos estocásticos, es decir, son de naturaleza probabilística (pueden o no producirse) y la probabilidad de que ocurran dependerá de la dosis recibida. Para este tipo de efectos, a falta de una evidencia científica clara, se ha adoptado una actitud conservadora de tal forma que en el campo de la protección radiológica se supone la hipótesis de que se pueden producir a cualquier nivel de dosis y no existe dosis umbral.

Los efectos deterministas tales como las malformaciones congénitas o el daño cognitivo son los que se producen a partir de una determinada dosis umbral; si no se supera esa dosis, los efectos no se producen y, además, su gravedad aumenta con la dosis recibida.

¿Qué efectos biológicos producen las radiaciones ionizantes en el embrión /feto?

En una mujer embarazada los efectos que se pueden producir en el embrión /feto pueden ser de naturaleza determinista o de naturaleza estocástica. Son efectos tisulares (deterministas) el aborto, las malformaciones congénitas y daño cognitivo. La inducción de cáncer es un efecto estocástico.

Se ha demostrado que los efectos tisulares (deterministas) -aborto, malformaciones congénitas o daño cognitivo- no se producen si el embrión/feto recibe dosis por debajo de 100 mSv. Hay que tener en cuenta que estos efectos sí pueden producirse por otras causas no relacionadas con la radiación como la edad de la madre, su estado nutricional, consumo de medicamentos, alcohol o tabaco, antecedentes hereditarios, infecciones durante el embarazo, características del embarazo, parto, etc. La probabilidad de que estos efectos ocurran a causa de estos factores no es despreciable.

Por otro lado, la inducción de cáncer, al ser un efecto estocástico, se supone que se puede producir a cualquier nivel de dosis, pero debemos considerar que la radiación es únicamente uno de los muchos agentes que potencialmente pueden causar cáncer y que esta causa supone, a los niveles de dosis de 1 mSv, una probabilidad despreciable de tener cáncer espontáneamente, o por cualquier otra causa.

Por tanto, se deduce que el embrión /feto, a los niveles de dosis establecidos en la legislación vigente, no va a sufrir, a causa de la exposición profesional, ningún tipo de efecto tisular (determinista) -aborto, malformación congénita o daño cognitivo- y la probabilidad de efecto estocástico (inducción de cáncer) es, a ese nivel de dosis, despreciable.

¿Qué requisitos contempla la legislación española en la protección radiológica de la trabajadora expuesta embarazada?

Las personas que, por motivo de su actividad laboral, están expuestas a las radiaciones ionizantes se denominan 'trabajadores expuestos' y, para ellos, la legislación española establece un límite de dosis efectiva de 20 mSv por año oficial.

En el caso particular de las trabajadoras gestantes expuestas a la radiación, la legislación es más restrictiva, puesto que establece que, tan pronto como una trabajadora comunique su estado de embarazo al titular de la práctica, la protección del feto deberá ser comparable a la de los miembros del público. Por ello, las condiciones de trabajo de la mujer embarazada serán tales que la dosis equivalente al feto sea tan baja como sea razonablemente posible, de forma que dicha dosis no exceda de 1 mSv, al menos desde la comunicación de su estado hasta el final del embarazo.

Hay que recordar que, debido a la radiación natural, una mujer embarazada que no desarrolle su actividad laboral en instalaciones radiactivas, recibiría una dosis promedio de 2,4 mSv en un año.

Fuentes naturales	2.400 mSv
Precipitación radiactiva (lluvia radiactiva)	0.010 mSv
Aplicaciones médicas	1.000 mSv
Energía nuclear (producción de energía eléctrica)	0.002 mSv
Exposición profesional	0.002 mSv

Para comprobar que las dosis recibidas por los trabajadores expuestos se mantienen por debajo de los límites establecidos, se les proporciona detectores de radiación denominados ‘dosímetros personales’.

Es importante tener en cuenta que el límite de dosis establecido para la trabajadora gestante expuesta a radiaciones ionizantes, se refiere exclusivamente al feto y no es directamente equivalente a la dosis registrada en su dosímetro personal. Aunque se estima que la dosis que se recibe en útero es el 10 % de la dosis

calculada a partir de la lectura efectuada por el dosímetro personal colocado en el abdomen si se trabaja con equipos de rayos X de aplicación en radiodiagnóstico médico, y del 25 % si trabaja en radioterapia o medicina nuclear, a efectos prácticos y con un criterio conservador, se ha considerado que 1 mSv al feto se corresponde con una dosis de 2 mSv en la superficie del abdomen.

En un estudio llevado a cabo por el Centro Nacional de Dosimetría en relación con la exposición laboral a radiaciones en relación con la exposición natural a radiaciones en el ámbito de Insalud, se concluye que sobre un total de 32 000 trabajadores expuestos, únicamente 146 (un 0,46%) registraron dosis superiores a 5 mSv, siendo la mayoría de estas dosis correspondientes a actividades laborales muy concretas, como la radiología vascular o la intervencionista o ciertos puestos de trabajo en radioterapia o medicina nuclear. Si ajustamos los datos de este estudio a la población de trabajadoras expuestas (20 095 mujeres) únicamente 447 (1,7%) recibieron dosis superiores a 2 mSv, correspondiéndose, en la mayoría de los casos, con ciertos puestos de trabajo de medicina nuclear.

¿El trabajo con radiaciones supone un riesgo para el embrión/feto?

El término riesgo puede ser cuantificado en términos de probabilidad de daño por unidad de dosis recibida. El riesgo de aborto, daño

cognitivo o malformaciones congénitas que se puede producir por exposición a la radiación, tiene lugar a altas dosis (más de 100 mSv) y no se produce en la exposición ocupacional habitual. Las dosis que se reciben en este tipo de exposición son dosis denominadas 'crónicas' (dosis bajas recibidas en periodos de tiempo largos). Estas dosis no causan efectos deterministas, puesto que los límites de dosis que establece la legislación (1 mSv) están muy por debajo del nivel de dosis necesario para producir este tipo de efectos, como mínimo cien veces por debajo en el caso de los efectos en embrión y feto.

Es importante conocer que existe una incidencia espontánea en la población de determinadas patologías congénitas, cuyas causas son múltiples y dependen de muchos factores. Se ha estimado que la tasa espontánea (por cualquier causa) de malformaciones congénitas es de 6-7 % y la tasa espontánea de aborto, del 30 %.

En el caso de la inducción de cáncer por exposición a la radiación, hay que considerar que la radiación es una de las posibles causas que potencialmente pueden inducir su aparición, y el cáncer producido por esta no puede distinguirse al cáncer producido por otras causas.



En la población infantil, la incidencia natural de cáncer es muy baja (2-3/1000) es decir, dos a tres niños de 0 a 15 años de cada 1000 niños no expuestos a otro tipo de radiación que la debida al fondo natural, puede morir de cáncer.

Los estudios realizados indican una incidencia de cáncer infantil de 1/1700 para 10 mSv. Es decir, un niño de 0 a 15 años de cada 1700 que reciben una dosis de 10 mSv podría morir de cáncer.

Por lo tanto y teniendo en cuenta este tipo de consideración, para 1 mSv, la incidencia de cáncer es despreciable.

Como conclusión de lo anterior se puede afirmar que no existe, en la trabajadora expuesta gestante, un mayor riesgo de malformación o de cualquier tipo de efecto determinista para el feto a causa de las dosis de radiación recibidas durante su trabajo habitual y que la incidencia de cáncer infantil debido a la exposición a esos niveles de dosis (mSv) es despreciable y muchísimo menor que la incidencia natural del mismo.

A continuación se expone una tabla demostrativa de esta conclusión.

POSIBILIDAD DE TENER UN HIJO SANO EN FUNCIÓN DE LA DOSIS DE RADIACIÓN

Dosis absorbida por el embrión/feto (mGy)	Probabilidad de que el niño NO tenga malformaciones (%)	Probabilidad de que el niño NO desarrolle cáncer entre los 0 y 19 años (%)
0	97	99.7
0.5	97	99.7
1	97	99.7
2.5	97	99.7
5	97	99.7
10	97	99.6
50	97	99.4
100	Próximo a 97	99.1

Publicación nº 84. ICRP (International Commission on Radiological Protection)

Como se puede comprobar, dosis entre 0 y 100 mGy no suponen un aumento de la probabilidad de incidencia de malformaciones en el recién nacido. Para dosis de 100 mGy, el incremento de probabilidad de incidencia de cáncer durante la infancia es del 0,6%, lo que corresponde a una muerte por cáncer de cada 1700 niños expuestos en útero a 10 mGy.

¿Qué debe hacer una trabajadora expuesta embarazada?

Lo más importante para una profesional expuesta a radiaciones, esté o no embarazada, es estar bien informada acerca de los riesgos producidos

por este tipo de exposición, las normas básicas de protección radiológica y los límites de dosis establecidos en nuestra legislación.

La trabajadora tiene el derecho y el deber de conocer la magnitud y los tipos de efectos potenciales que pueden producirse a consecuencia de su exposición ocupacional. La falta de conocimiento es la causa más importante de ansiedad con el consiguiente riesgo de problemas en el desarrollo normal del feto, e inclusive, de decisiones totalmente equivocadas con la interrupción voluntaria de embarazo.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta es que, tan pronto como la trabajadora sea consciente de su embarazo, informe de esa circunstancia tanto al titular de la instalación (o persona

en quien este delegue) como al responsable de la protección radiológica, quienes le indicarán las pautas y actuaciones a seguir en relación con su actividad laboral.

Los dos principios de prevención de riesgo más conocidos son la precaución y la optimización. El principio de precaución es aplicable a cualquier tipo de riesgo, indica que las medidas adoptadas deben ser acordes al nivel de riesgo existente y proporcional al nivel de protección elegido. El principio de optimización indica que el riesgo debe reducirse al valor mínimo que pueda razonablemente alcanzarse.

Si se siguen estos principios y se tiene el adecuado conocimiento del tipo de riesgo, se puede deducir que la restricción de dosis al feto no implica que las trabajadoras expuestas gestantes tengan que evitar el trabajo en presencia de radiaciones o que deba prohibirse su acceso a zonas radiológicas, lo que sí es necesario es evaluar cuidadosamente las condiciones en que se realiza ese trabajo de modo que la probabilidad de incidentes con dosis o incorporaciones altas sea insignificante.

¿Qué tipo de documentos puedo consultar si necesito una información más detallada acerca de los efectos de las radiaciones ionizantes en el feto?

En el año 1928 se creó un comité internacional para la protección radiológica conocido posteriormente con el nombre de Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Este

organismo es el encargado de establecer la filosofía de la protección radiológica, proporcionando las recomendaciones generales y fundamentales para utilizar de forma segura las radiaciones ionizantes.

Además de la ICRP, distintas organizaciones internacionales participan tanto en el estudio de los efectos biológicos, como en la elaboración de recomendaciones. Entre estas se encuentra el Comité Científico de Naciones Unidas para el estudio de los efectos biológicos de radiaciones ionizantes (UNSCEAR).

Los documentos recomendados son los siguientes:

- ICP-60. Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, 1990.
- ICPR-75. General principles for the radiation protection of workers, 1997.
- ICPR-84. Embarazo e irradiación médica, 2000.
- ICPR-90. Biological effects afeter prenatal irradiation (Embryo and fetus), 2003.
- UNSCEAR-2008.
- ICPR-103 Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.
- ICPR-139 Occupational radiological protection in interventional procedures.

Consideraciones finales

La percepción del riesgo asociado a una determinada actividad, por parte de un individuo o de la sociedad en su conjunto, se ve fuertemente influenciada por factores de naturaleza subjetiva entre los que se encuentran los relacionados con actividades no habituales o de difícil comprensión, como es el caso de las radiaciones ionizantes y el hecho de que afecte a niños o pueda afectar a generaciones futuras.

La difusión de conocimientos básicos sobre este tema de una manera clara y comprensible tanto para el público como para los profesionales de la salud es una de las tareas a encarar por parte de los grupos que trabajan en el campo de la protección radiológica y este ha sido el objetivo a la hora de elaborar el presente documento.

Como resumen, los aspectos más importantes a tener en cuenta en una trabajadora embarazada expuesta a radiaciones ionizantes son los siguientes:

1. La trabajadora expuesta debe comunicar su embarazo lo antes posible al responsable de Protección Radiológica de su instalación y/o al responsable del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales que le corresponda.
2. La condición de embarazo de la profesional expuesta no presupone la retirada del trabajo, lo que sí es necesario es revisar y evaluar las condiciones del mismo para que sean adecuadas a cada caso particular.
3. Las condiciones de trabajo serán tales que resulte improbable que la dosis equivalente al feto exceda de 1 mSv. Esta dosis será evaluada mediante un dosímetro individual que se colocará a la altura del abdomen desde la notificación del embarazo hasta el final de la gestación.
4. Es fundamental que la trabajadora expuesta gestante esté totalmente informada de los posibles riesgos que pueden existir en su puesto de trabajo, de las medidas de protección y de los límites de dosis que se le van a aplicar, proporcionándole en todo momento asesoramiento y asistencia. Asimismo, es de gran importancia la formación e información de los médicos de cualquier especialidad que realicen su vigilancia sanitaria, así como de los trabajadores de los servicios de prevención de riesgos laborales.
5. En la trabajadora expuesta gestante no existe un mayor riesgo de malformación o de cualquier tipo de efecto determinista (reacción tisular) para el feto a causa de las dosis de radiación recibidas durante su trabajo habitual. Asimismo, la incidencia de cáncer infantil debido a la exposición a esos niveles de dosis (1 mSv) es despreciable y muchísimo menor que la incidencia natural del mismo.

Cualquier trabajadora embarazada con unas condiciones laborales en las que sea improbable que el feto pueda recibir una dosis superior a 1 msv, una vez el embarazo haya sido notificado, puede sentirse muy segura en su puesto de trabajo.

VALORACIÓN DEL RIESGO DE RADIACIONES EN MUJER TRABAJADORA EMBARAZADA



Valoración de los puestos de trabajo en las TE-Gestantes

Anexo A

Situaciones especiales (NO DEBERÍA)

La TE-Gestante **NO DEBERÍA** participar en las siguientes situaciones, pero se considera que PUEDEN PERMITIRSE siempre que el trabajo se realice en condiciones que aseguren el cumplimiento de la legislación vigente y siempre que la trabajadora manifieste su voluntad de continuar con su actividad laboral.

A) Instalación de Radiodiagnóstico Médico

- Equipos de rayos X móviles de grafía.
- Equipos quirúrgicos de escopia (si se trabaja a pie de tubo).
- Radiología intervencionista (si se trabaja a pie de tubo).

B) Instalación de Medicina Nuclear

- Salas de adquisición de imagen en instalaciones de Medicina Nuclear convencional (no PET).

Anexo B

Situaciones excluyentes (NO DEBERÁ)

La TE-Gestante **NO DEBERÁ** participar en las siguientes situaciones:

A) Instalación de rX de diagnóstico médico

- Exposiciones especialmente autorizadas.
- Situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

B) Instalación de Medicina Nuclear

- Manipulación de radiofármacos en cámara caliente y área de administración de dosis.
- Permanecer en salas de espera de pacientes inyectados.
- Participar en el cuidado de pacientes sometidos a terapia metabólica.
- Manipulación de radiofármacos utilizados en estudios PET/CT.
- Cuidado de pacientes sometidos a exploraciones PET/CT.
- Exposiciones especialmente autorizadas.
- Situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

C) Laboratorio de análisis clínicos

- Exposiciones especialmente autorizadas.
- Situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

D) Instalación de Radioterapia

- BRAQUITERAPIA manual.
- Actividades que impliquen riesgo de contaminación o de exposición por activación en PROTONTERAPIA.
- Exposiciones especialmente autorizadas.
- Situaciones establecidas en el plan de emergencia de la instalación.

Bibliografía

- Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia.
- Consejo de Seguridad Nuclear. Guía de Seguridad 7.1 (rev.1). Requisitos técnicos y administrativos para los servicios de dosimetría personal. 2006.
- Directrices para la evaluación de riesgos y protección de la maternidad en el trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Empleo y Seguridad Social.
- DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSEJO de 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom y 2003/122/Euratom.
- ICRP Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. 1991.
- ICRP Publicación 75. Principios generales de protección radiológica de los trabajadores. 1997.
- ICRP Publicación 84. Embarazo e irradiación médica. 2000.
- ICRP Publication 88. Doses to the embryo and fetus from intakes of radionuclides by the mother. 2001.
- ICRP Publicación 103 Las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.
- ICRP Publicación 139. Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures.
- UNSCEAR 2008 Sources and effects of ionizing radiation.
- UK Health and Safety Executive. Report 397. Doses to the embryo/fetus and neonate from intakes of radionuclides by the mother. Part 1: Doses received in utero and from activity present at birth. 2001.
- UK National Radiological Protection Board. Guidance on the application of dose coefficients for the embryo and from intakes of radionuclides by the mother. 2005.

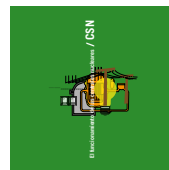
Otras publicaciones



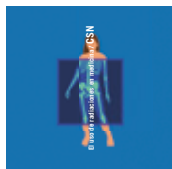
Emergencia
en centrales
nucleares



Desmantelamiento
y clausura
de centrales
nucleares



El funcionamiento
de las centrales
nucleares



El uso de
radiaciones
en medicina



Dosis de
radiación



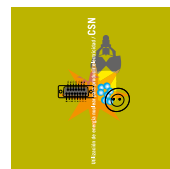
Protección
radiológica en
la industria,
agricultura,
docencia e
investigación



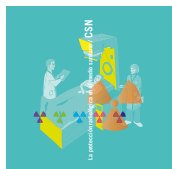
Las radiaciones
en la vida diaria



El transporte
de materiales
radiactivos



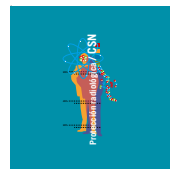
Utilización de
energía nuclear
para producir
electricidad



La protección
radiológica
en el medio
sanitario



Red de Vigilancia
Radiológica
Ambiental
[REVIRA]



Protección
radiológica



Pedro Justo Dorado Dellmans, 11
28040 Madrid
Tel.: 91 346 01 00
www.csn.es