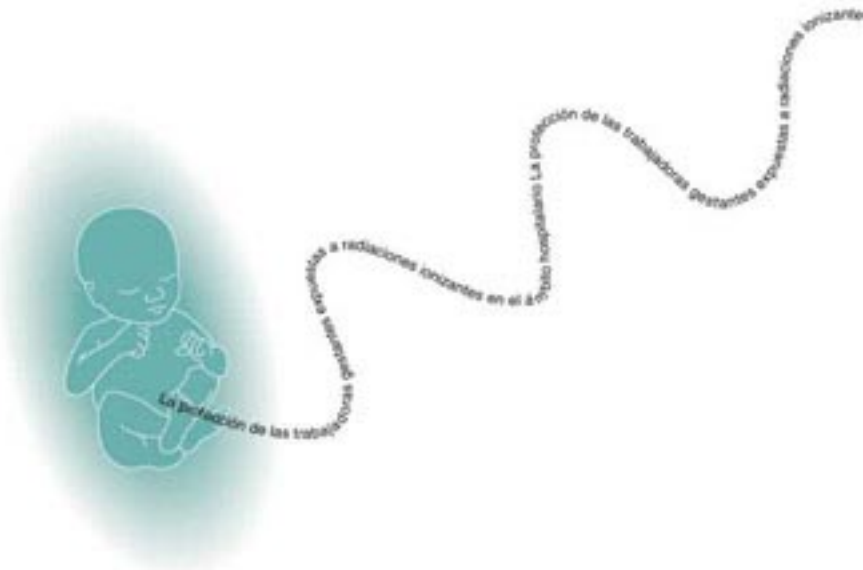
La protección de las trabajadoras gestantes expuestas a radiaciones ionizantes en el ámbito hospitalario



CSN

Relación del grupo de trabajo responsable de la elaboración de este documento:

Belén Fernández (Hospital General de Asturias, Oviedo)
Emilio Casal (Centro Nacional de Dosimetría, Valencia)
Mª Jesús Manzanas (Hospital 12 de Octubre, Madrid)
Ignacio Amor (Consejo de Seguridad Nuclear)
Ana Blanes (Consejo de Seguridad Nuclear
Gloria Martí (Consejo de Seguridad Nuclear)
Mª Dolores Rueda (Consejo de Seguridad Nuclear)

© Consejo de Seguridad Nuclear, 2003

Edita y distribuye:
Consejo de Seguridad Nuclear
Justo Dorado, 11.
28040 Madrid
Tel.:913460347
Fax.:913460558
http://www.csn.es
Correo: peticiones@csn.es

Diseño:
Juan Vidaurre
Impreso por:

Depósito Legal:

Sumario

Introducción 5

Riesgos derivados de una exposición prenatal 6

Límites y restricciones aplicables a la exposición ocupacional de trabajadoras expuestas gestantes 9

Consideraciones acerca de los puestos de trabajo en el ámbito hospitalario 11

Requisitos de control y vigilancia dosimétrica 18

Información a trabajadoras expuestas 21

Consideraciones finales 29

Introducción

Las mujeres embarazadas que, por razón de su actividad laboral, están expuestas a las radiaciones ionizantes constituyen un colectivo laboral con una casuística singular desde el punto de vista de la protección radiológica. Dicha casuística obedece a que el feto resulta especialmente vulnerable frente a las radiaciones, puesto que su exposición conlleva riesgos específicos (por ejemplo, el de malformaciones) que no se dan en la exposición de los seres ya nacidos.

Por ello, y aunque las bases y principios para el control de la exposición laboral a las radiaciones son los mismos en las mujeres que en los hombres, en el caso particular de las trabajadoras gestantes puede ser necesario aplicar medidas adicionales de control con objeto de proteger al feto. No obstante, es importante que tales medidas adicionales se contemplen siempre bajo una perspectiva realista, huyendo de planteamientos demasiado conservadores, que podrían introducir elementos de discriminación laboral para las mujeres en edad fértil.

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, y por tanto susceptibles de estar embarazadas, es significativo. Por ello, en el contexto del Foro sobre Protección Radiológica en el Medio Sanitario, constituido por el Consejo de Seguridad Nuclear, la Sociedad Española de Protección Radiológica y la Sociedad Española de Física Médica, se decidió constituir un grupo de trabajo para abordar esta temática.

En esta publicación se resume la labor realizada por dicho grupo de trabajo, que se desarrolla en los siguientes apartados:

- Una explicación general de los riesgos asociados a una exposición prenatal a radiaciones y de los límites de dosis aplicables a dicha situación.

- Unas pautas en relación con las restricciones a considerar para la actividad laboral de las mujeres gestantes en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas.

- Unas directrices en relación con la vigilancia de las dosis de radiación recibidas por las trabajadoras gestantes en el transcurso de su actividad laboral.

- Las líneas maestras de la información que se debe transmitir a las profesionales del medio sanitario que, por motivo de su trabajo, pueden estar expuestas a radiaciones ionizantes.

Riesgos derivados de una exposición prenatal

Exposición prenatal. Dosis de referencia

Los factores principales a tener en cuenta para valorar el riesgo de la exposición prenatal a la radiación son, fundamentalmente, la edad gestacional, la dosis absorbida y su distribución en el tiempo (una dosis repartida a lo largo del tiempo es menos perjudicial que si es recibida de forma instantánea).

En lo que respecta a la edad gestacional, el desarrollo del embrión/feto, puede ser dividido en tres fases:

- Etapa preimplantacional: desde la concepción hasta la implantación (las dos primeras semanas).
- Etapa de organogénesis: aproximadamente, entre la tercera y octava semanas del desarrollo.
- Etapa de desarrollo fetal, la cual puede ser dividida en dos periodos, el periodo fetal temprano (entre la octava y la vigésimo quinta semana) y el periodo fetal tardío (último trimestre de la gestación).

Etapa preimplantacional:

A partir de datos experimentales en modelos animales, se estima que dosis equivalentes en el intervalo de 100 a 200 mSv en esta etapa del desarrollo, inducen entre un 1% y un 2% de casos de letalidad, aunque hay que tener en cuenta que en esta fase gestacional, la incidencia de abortos espontáneos es muy alta, aproximadamente del 30%, según diversos autores.

Etapa de organogénesis principal:

Entre la 3ª y 8ª semana de edad gestacional se pueden producir malformaciones que afectarán a los órganos que tengan su desarrollo justamente en el tiempo en que tuviera lugar la exposición.

Las estimaciones de riesgo se basan en modelos experimentales en animales, describiéndose anomalías esqueléticas, oculares y genitales y retraso en el crecimiento. La dosis mínima requerida para causar un incremento de malformaciones en animales de experimentación es del orden de 500 mSv. Se considera, con carácter conservador, que en humanos, la dosis umbral (por debajo de la cual no ocurre), está en el intervalo de 100-200 mSv.

Riesgos derivados de una exposición prenatal

Período fetal:

Período fetal temprano: desde la 8ª hasta la 15ª semana de edad gestacional, el efecto más importante detectado es el retraso mental, que va desde una disminución del cociente intelectual hasta un retraso mental severo. En el caso de retraso mental severo, la dosis umbral por debajo de la cual no ocurre, es de 120-200 mSv.

A partir de la semana 16ª y hasta la semana 25ª, también se han observado los dos efectos anteriores pero con un riesgo mucho menor, ya que el umbral de retraso mental severo se estima, aproximadamente, en 500 mSv.

En embriones y fetos irradiados antes de la semana 8ª o después de la semana 25ª no se han observado los efectos mentales citados.

Período fetal tardío: durante el último trimestre de la gestación no se espera la incidencia de malformaciones o retraso mental radioinducido, no obstante, puede haber un ligero incremento de la probabilidad de incidencia posterior de cáncer o de leucemia en niños menores de 15 años.

Valoración del riesgo

Como ya se ha comentado, la incidencia espontánea (sin exposición a la radiación) de abortos y malformaciones congénitas es elevada. Por otra parte, las anomalías que puede producir la radiación no son específicas.

Por tanto, para poder estimar el riesgo por exposición a radiaciones ionizantes, se debe conocer la contribución de otros factores, como la edad de la madre, hábitos tóxicos, antecedentes familiares, enfermedades infecciosas, etc.

Si se hace un análisis de comparación de riesgos (exposición a radiaciones ionizantes frente a otros riesgos más conocidos) se puede obtener una idea más clara de la verdadera magnitud de cada uno de ellos. Por ejemplo:

Una dosis de 1.000 mSv supone un riesgo de morir de cáncer de un 5/100, siendo el porcentaje habitual de muerte por esta causa del 25/100.

Una dosis de 20 mSv supone un riesgo de 1/1.000 de morir de cáncer, valor que es similar al riesgo anual de muerte por causas naturales a la edad de 40 años.

La incidencia espontánea de malformaciones congénitas varía entre el 6-7/100.

La incidencia espontánea de abortos es de un 30/100.

La incidencia espontánea de retraso mental es de un 1/100.

Una aproximación útil de valoración del riesgo consiste en indicar la probabilidad de no tener un hijo con malformaciones o cáncer y ver cómo esta probabilidad se modifica por la exposición a la radiación, tal y como se indica en la tabla siguiente:

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 (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 1 muerte por cáncer de cada 1.700 niños expuestos en útero a 10 mGy.

Límites y restricciones aplicables a la exposición ocupacional de trabajadoras expuestas gestantes

Las recomendaciones básicas vigentes de ICRP-60 establecen que las medidas de protección aplicables al trabajo de mujeres gestantes deberían proporcionar al feto un nivel de protección comparable al de los miembros del público, para los que establecen un límite de dosis equivalente de 1 mSv/año. Para ello, una vez declarado el embarazo, habría que proteger al feto mediante la aplicación de un límite suplementario de dosis equivalente de 2 mSv en la superficie del abdomen (tronco inferior) de la mujer durante el resto de la gestación, debiéndose limitar la incorporación de radionucleidos a aproximadamente 1/20 del límite de incorporación anual (LIA).

Un aspecto a destacar es que este límite de dosis recomendado por ICRP supone un planteamiento considerablemente más restrictivo que el de anteriores recomendaciones de dicha organización (ICRP-26) en las que se establecía un límite de 10 mSv para la dosis a recibir por el feto desde el momento de la declaración del embarazo. Hay que señalar que en el nuevo planteamiento de ICRP han pesado más las consideraciones de tipo ético que las evidencias científicas en cuanto a los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes en el feto. En efecto, la posición de ICRP es que el feto debe ser considerado a todos los efectos como un individuo del público ya que, a diferencia de lo que sucede en los trabajadores expuestos, ni decide voluntariamente exponerse a las radiaciones, ni recibe beneficio alguno como resultado de dicha exposición. Por tanto, esta decisión no se debe a ninguna nueva evidencia científica que apoye un mayor riesgo para el feto motivado por la exposición materna a las radiaciones, sino a su reclasificación como miembro del público.

En una publicación posterior ICRP-75 se introduce algún matiz adicional a estas recomendaciones puesto que, en opinión de la Comisión, las disposiciones de ICRP-60 en relación con la protección de las trabajadoras gestantes habían sido interpretadas de forma demasiado rígida. Por ello, ICRP aclara que, tras la declaración del embarazo, las condiciones de trabajo sean tales que resulte improbable que la dosis recibida por el feto durante el resto del embarazo exceda de 1 mSv. El matiz que introduce ICRP implica que, más que aplicar un límite legal de dosis de 1 mSv a la dosis recibida por el feto, lo que hay que hacer es garantizar que las condiciones de trabajo sean tales que resulte improbable que dicha dosis exceda de 1 mSv.

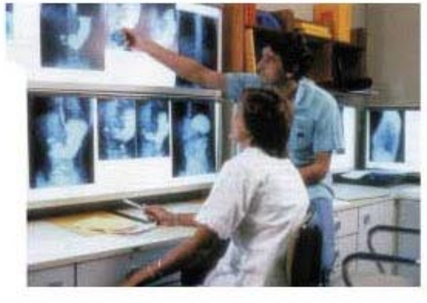
En esta publicación ICRP también aclara que esta restricción de dosis al feto no significa que la trabajadora gestante deba evitar el trabajo en presencia de radiaciones ionizantes aunque, como es lógico, sí será necesario valorar cuidadosamente las condiciones de dicho trabajo, de forma que se asegure una probabilidad suficientemente baja de incidentes que puedan dar lugar a dosis o incorporaciones significativas.

En línea con las recomendaciones de ICRP, en la Directiva 96/29 de Euratom, en la que se establecen las normas básicas de protección radiológica de la Unión Europea, se especifica que, *tan pronto como se declare el embarazo, la protección del feto debe ser comparable a la de los miembros del público. Por ello, las condiciones de trabajo de la mujer embarazada deben ser tales que la dosis al feto sea tan baja como razonablemente sea posible, de forma que resulte improbable que dicha dosis exceda de 1 mSv, al menos, durante el resto del embarazo.*

Estas disposiciones de la Directiva han sido incorporadas, prácticamente de forma textual, a la legislación española, y se recogen en el artículo 10 del Real Decreto 783/2001 por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.

En resumen, una trabajadora expuesta gestante deberá tener en cuenta que:

- La condición de embarazo no presupone la retirada del trabajo.
- Las condiciones de trabajo serán tales que resulte improbable que la dosis equivalente al feto exceda de 1 mSv. La aplicación de este límite a la práctica, se correspondería con un límite suplementario de dosis equivalente de 2 mSv en la superficie del abdomen (tronco inferior) de la mujer durante el resto del embarazo.
- Hay que evitar actividades laborales que impliquen un riesgo significativo de contaminación.



Consideraciones acerca de los puestos de trabajo en el ámbito hospitalario

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

- Declaración formal voluntaria del embarazo incluyendo la fecha estimada de la concepción.
- Evaluación de las condiciones en las que se desarrolla el trabajo de la trabajadora expuesta gestante y de los riesgos a los que está expuesta.
- Restricciones de trabajo, si procede, a la trabajadora expuesta gestante.

Declaración de embarazo

La declaración de embarazo por parte de la trabajadora expuesta gestante es responsabilidad exclusiva de ésta. Una vez que el embarazo haya sido declarado, es responsabilidad del titular asegurarse de que las condiciones de trabajo sean tales que la dosis equivalente en la superficie del abdomen sea inferior a 2 mSv durante el resto de la gestación. Además debe procurar que la mujer esté totalmente informada de los riesgos (en el grado en que los haya) que existen en su puesto de trabajo y de los límites de dosis que se le van aplicar, proporcionándole en todo momento asesoramiento y asistencia.

Los derechos y privacidad de la trabajadora deberán ser mantenidos antes, durante y después de la declaración de embarazo.
A continuación se presenta un modelo de ficha que recoge los datos que se deberían incluir en esta situación:

Ficha

DECLARACIÓN 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 radiológica establecidas en la legislación vigente.

Nombre y apellidos.....

DNI.....

Puesto de trabajo.....

Fecha estimada de la concepción.....

Fecha de la declaración.....

Firma de la trabajadora

Firma del responsable de Protección Radiológica de la instalación

Firma del médico responsable de Prevención de Riesgos Laborales

Evaluación de las condiciones de trabajo

Una vez que se ha realizado la declaración de embarazo, 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 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, de acuerdo con la siguiente clasificación:

A: con alta probabilidad, inferior a 2 mSv
B: es probable que sea inferior a 2 mSv
C: es probable que sea superior a 2 mSv

En el caso A, probablemente no sea necesario realizar ningún cambio en las condiciones de trabajo.
En el caso B, la trabajadora puede continuar con su trabajo normal, pero se deben tomar ciertas restricciones o medidas para reducir la probabilidad de posibles exposiciones.
En el caso C, la trabajadora debe ser trasladada, hasta el final de la gestación, a otro puesto de trabajo donde se garanticen las situaciones A o B.
Deberá existir una coordinación total entre el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales correspondiente, el director o supervisor de la instalación y el responsable de Protección Radiológica, en cuanto a las condiciones del trabajo a desempeñar por la trabajadora expuesta gestante.

Restricciones de trabajo

A continuación se revisan los diferentes puestos de trabajo que pueden ser ocupados en cada una de las instalaciones de Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Radioterapia, indicando en cada caso las restricciones aplicables.

1. Radiodiagnóstico

Como regla general la trabajadora expuesta gestante (facultativa, técnica, ATS, etc.) puede seguir desarrollando su actividad en los servicios de radiodiagnóstico, siempre que permanezca detrás de las barreras estructurales de protección, ya que es muy improbable que en tales casos las condiciones de trabajo sean tales que la dosis equivalente a la superficie del abdomen exceda de 2 mSv.

Consideraciones acerca de los puestos de trabajo en el ámbito hospitalario

Por el contrario, NO DEBERÍA* trabajar en todas aquellas situaciones en las que no existan barreras estructurales que puedan protegerla.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en los planes de emergencia de la instalación.

Seguidamente se exponen las diferentes situaciones que se pueden presentar en una instalación de radiodiagnóstico médico:

Equipos convencionales

En estos casos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 2 mSv hasta el final de la gestación, es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

Las medidas de protección radiológica que debe adoptar la trabajadora expuesta gestante son:

- Permanecer detrás de la mampara mientras se efectúa el disparo.
- Llevar puesto el dosímetro sobre el abdomen.
- No permanecer en la sala mientras se realiza una exploración, a menos que sea imprescindible, en cuyo caso se deberá utilizar un delantal plomado.

*Véanse las consideraciones que en relación con esta norma se establecen en el apartado "Situaciones especiales".

Equipos de radiodiagnóstico dental

En estos casos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 2 mSv hasta el final de la gestación, es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

Las medidas de protección radiológica que debe adoptar la trabajadora expuesta gestante son:

- Efectuar el disparo a la máxima distancia posible.
- Llevar puesto el dosímetro sobre el abdomen.
- No permanecer en la sala mientras se realiza una exploración, a menos que sea imprescindible, en cuyo caso se deberá utilizar un delantal plomado.

Equipos de densitometría ósea

En estos casos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 2 mSv hasta el final de la gestación, es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

Equipos de fluoroscopia (telemandos)

En estos casos dado que la clasificación de la salas, cuando se está efectuando el disparo, corresponde a una zona controlada, la trabajadora expuesta gestante NO DEBERÍA* trabajar realizando exploraciones que le obliguen a permanecer a pie de mesa.

Equipos de fluoroscopia radioquirúrgicos

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

Equipos de rayos x portátiles

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 DEBERÍA* realizar exploraciones con este tipo de equipos.

Radiología intervencionista y hemodinámica

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

2. Medicina Nuclear

En este tipo de instalaciones, al riesgo de exposición externa, se une el de contaminación interna. Es necesario evitar que las trabajadoras expuestas gestantes desarrollen su actividad laboral en zonas en las que exista riesgo significativo de contaminación radiactiva.

Si este riesgo fuera mínimo, habrá que prestar especial atención a garantizar que las condiciones de trabajo aseguren que la probabilidad de incorporación de actividad por la trabajadora gestante sea prácticamente nula. Estas condiciones de trabajo contemplarán: adecuada ventilación de las zonas, protección respiratoria en caso de ser necesario, etc. Además se deberán usar guantes desechables y en todo caso se evitará la ingesta de alimentos en zonas con riesgo de contaminación radiactiva.

En estas instalaciones la trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ realizar tareas que impliquen la manipulación de radiofármacos en cámara caliente y el cuidado de pacientes sometidos a terapia metabólica. Asimismo tampoco DEBERÍA* realizar tareas que impliquen la administración e inyección de radiofármacos.

En las Unidades PET (Tomografía de emisión de positrones), 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.

*Véanse las consideraciones que en relación con esta norma se establecen en el apartado "Situaciones especiales".

Consideraciones acerca de los puestos de trabajo en el ámbito hospitalario

En algunas instalaciones de Medicina Nuclear existen equipos de densitometría ósea que incorporan una fuente radiactiva encapsulada. En estos casos, la probabilidad de que en la superficie del abdomen de la trabajadora gestante se reciba una dosis superior a 2 mSv hasta el final de la gestación, es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.
La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en los planes de emergencia de la instalación.

3. Laboratorio de Radioinmunoanálisis

En este tipo de instalaciones el riesgo es de contaminación, si bien este riesgo es mínimo si no se realiza un marcaje directo con isótopos, es decir 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 2 mSv hasta el final de la gestación, es muy baja, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual, teniendo en cuenta las precauciones que logren evitar la contaminación y que son las siguientes:

- Utilizar guantes desechables
- Utilizar ropa específica para el trabajo
- 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 1cm) si se trabaja con P-32 ó S-35

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en los planes de emergencia de la instalación.

4. Radioterapia

En las instalaciones de radioterapia se manipulan, por un lado equipos de teleterapia (unidades de Cobalto-60 y aceleradores lineales) y por otro, equipos o fuentes de braquiterapia (manual y diferida).

- Aceleradores lineales

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 2 mSv, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

La trabajadora expuesta gestante **NO DEBERÁ** participar en los planes de emergencia de la instalación.

- Cobaltoterapia

Una trabajadora expuesta gestante **NO DEBERÁ** realizar su trabajo en las unidades de cobaltoterapia, debido a la posibilidad, aunque remota, de que la fuente no retroceda, lo que puede implicar que la trabajadora entre en la sala y reciba una dosis que supere el límite establecido en la legislación vigente

La trabajadora expuesta gestante **NO DEBERÁ** participar en los planes de emergencia de la instalación.

- Braquiterapia 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 2 mSv, por lo que la trabajadora podría seguir desarrollando su trabajo habitual.

La trabajadora expuesta gestante **NO DEBERÁ** participar en los planes de emergencia de la instalación.

- Braquiterapia manual

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

La trabajadora expuesta gestante **NO DEBERA** participar en los planes de emergencia radiológica de la instalación.

*Véanse las consideraciones que en relación con esta norma se establecen en el apartado "Situaciones especiales".

Consideraciones acerca de los puestos de trabajo en el ámbito hospitalario

5. Situaciones especiales

Con el objetivo de no introducir elementos de discriminación laboral para las mujeres gestantes se considera que, con carácter excepcional, se podría permitir el trabajo en mujeres gestantes expuestas en los siguientes casos:

- Equipos de rayos X portátiles.
- Equipos de fluoroscopia (telemandos) y equipos de fluoroscopia radioquirúrgicos.
- Administración e inyección de radiofármacos en los Servicios de Medicina Nuclear.
- Cuidado de pacientes sometidos a técnicas de braquiterapia manual.

Estas situaciones se pueden permitir 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. Dichas condiciones deberán ser establecidas, y justificadas de forma documental, por un Servicio de Protección Radiológica que, asimismo, supervisará el cumplimiento de las mismas.

Requisitos de control y vigilancia dosimétrica

En cumplimiento de las disposiciones del Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes, las trabajadoras expuestas gestantes deberán estar sometidas a una vigilancia dosimétrica que permita asegurar que sea improbable que la dosis equivalente en la superficie del abdomen exceda de 2 mSv, en el período comprendido entre la comunicación de su estado y el final del embarazo.

Vigilancia dosimétrica de la radiación externa

Por razones obvias, no resulta factible la determinación directa de la dosis recibida por el feto; sucede además que la Comisión Internacional de Unidades Radiológicas, (ICRU), no ha dado directriz alguna en relación con las magnitudes dosimétricas que se deben utilizar para la estimación de estas dosis.

Ante esta situación, se considera que la estimación de la dosis a feto, debe realizarse a partir de la determinación de la dosis equivalente personal Hp(10) en el abdomen de la trabajadora expuesta gestante. A tal efecto, las dosis recibidas por la trabajadora expuesta embarazada en el abdomen, una vez comunicado su estado a la empresa y durante toda la gestación, se estimarán mediante un dosímetro individual, que se colocará a la altura del abdomen. Por ello:

- Si la trabajadora gestante estuviera sometida a vigilancia dosimétrica de área y, en consecuencia, no dispusiera de dosímetro individual, se le deberá asignar, durante toda la gestación, un dosímetro individual, que se colocará a la altura del abdomen.

- Si la trabajadora gestante estuviera sometida a vigilancia dosimétrica individual, se le deberá asignar durante toda la gestación un segundo dosímetro, que se colocará a la altura del abdomen.

En relación con este requerimiento, hay que indicar que en un porcentaje significativo de los puestos de trabajo del ámbito hospitalario los campos de radiación son suficientemente homogéneos como para que un único dosímetro, colocado a la altura del abdomen, resultara suficiente para estimar tanto la dosis a la totalidad del organismo como la dosis al abdomen.

Requisitos de control y vigilancia dosimétrica

La necesidad de un segundo dosímetro surge porque hay puestos de trabajo en los que los campos de radiación no son homogéneos y, además, las recomendaciones internacionales en materia de protección radiológica establecen que el dosímetro empleado para la estimación de dosis corporales se debe colocar en la parte superior del torax.

En caso de que la trabajadora expuesta gestante tuviera que utilizar mandil plomado en el transcurso de su actividad laboral, el dosímetro de abdomen debería colocarse siempre debajo de dicho mandil.

El dosímetro de abdomen deberá tener iguales características que los utilizados para la determinación de las dosis recibidas por los trabajadores expuestos y, de acuerdo con lo establecido en el artículo 27 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, la lectura de dicho dosímetro deberá realizarse, con periodicidad mensual, por un servicio de dosimetría expresamente autorizado por el Consejo de Seguridad Nuclear.

El dosímetro de abdomen deberá disponer de medios apropiados de identificación (códigos, etiquetas, etc.) que permitan distinguirlo del resto de los dosímetros utilizados para determinar las dosis corporales en los trabajadores expuestos y para facilitar el registro y archivo de las dosis obtenidas a partir de su lectura. Dichas dosis se computarán separadamente de las correspondientes a los dosímetros corporales, bajo el epígrafe "dosis abdomen".

Es importante señalar que, según se pone de manifiesto en la publicación nº 84 de ICRP, la dosis recibida por el feto no es directamente comparable a la dosis registrada en el dosímetro de abdomen de la trabajadora expuesta gestante y que, por ejemplo, en el caso de las trabajadoras de radiodiagnóstico, en función del tipo de exploración, la dosis registrada en el dosímetro puede llegar a sobrestimar la dosis recibida por el feto hasta en un factor de 10. No obstante, de forma conservadora, y siguiendo las directrices de la publicación nº 60 de ICRP a este respecto, se considerará que un límite de 1 mSv para la dosis recibida por el feto es comparable -a efectos prácticos- a un límite de 2 mSv en el dosímetro de abdomen de la trabajadora expuesta gestante.

A lo largo del período de gestación, el responsable de protección radiológica de la instalación, deberá llevar a cabo el seguimiento y control de la dosis registrada en el dosímetro de abdomen de las trabajadoras expuestas gestantes, con objeto de asegurar que las dosis acumuladas a lo largo de dicho período no exceden el valor de 2 mSv. En caso de que dicho valor se superara, se considerará, a efectos prácticos, como una superación de límites de dosis y se adoptarán las actuaciones técnicas y administrativas propias de tal situación.

Vigilancia dosimétrica de la radiación interna

La determinación de las dosis recibidas por el feto como consecuencia de una eventual incorporación de actividad por parte de la trabajadora expuesta gestante presenta serias dificultades, y está sometida a importantes incertidumbres, toda vez que dicha determinación requiere la modelización matemática de procesos como:

- La transferencia de actividad desde el torrente sanguíneo de la gestante al feto.
- La transferencia de la actividad depositada en los tejidos y órganos de la gestante a la placenta.
- La distribución y retención de la actividad en los tejidos fetales.
- La irradiación al feto procedente de la actividad depositada en la placenta y en los tejidos y órganos de la gestante.

Esta modelización es sumamente compleja y, además, hay que particularizarla para cada una de las fases del desarrollo del embrión o el feto. Por otra parte, recientes investigaciones en esta materia ponen de manifiesto que la incorporación de ciertos isótopos de hidrógeno, carbono, fósforo, azufre, yodo, calcio y estroncio, daría lugar a una dosis a feto que podría ser superior de la que recibiera la propia trabajadora.

En este contexto, es necesario evitar que las trabajadoras expuestas gestantes desarrollen su actividad laboral en instalaciones o laboratorios en los que exista riesgo significativo de contaminación radiactiva. Incluso, si ese riesgo fuera mínimo, habrá que prestar especial atención a garantizar que las condiciones de trabajo (ventilación adecuada, protección respiratoria, etc.) aseguren que la probabilidad de incorporación de actividad por la trabajadora expuesta gestante es prácticamente nula.

Siempre que se cumplan tales condiciones no será necesario implantar una sistemática para la estimación de las dosis internas que recibiría el feto a causa de la incorporación de actividad en la trabajadora expuesta gestante.

No obstante, si como consecuencia de un incidente en la instalación se produjera la contaminación interna de una trabajadora expuesta gestante, hay métodos que permiten estimar las dosis al feto con un nivel de incertidumbre que, a efectos de protección radiológica, se considera aceptable. Así, en la publicación nº 88 de ICRP se proporcionan valores numéricos de los factores a utilizar para, conocida la incorporación de actividad en la trabajadora expuesta gestante, calcular la dosis al feto. Dichos factores se establecen en función del momento del período de gestación en que se produce dicha incorporación.

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 (Gy). 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 debida a Radon-222 y es de 2,4 mSv, fluctuando este valor en función del lugar en 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 expuestoa a radiaciones ionizantes o contaminación, se indican las preguntas que se plantean con mayor frecuencia y sus corespondientes respuestas.

Unidades de medida	Actual Unidad	Antigua Unidad	Correspondencia
Medida de la actividad de las fuentes radiactivas	Becquerel Bq	Curio Ci	1 Bq= $2{,}7\times10^{-11}$ Ci 1 Ci= $3{,}7\times10^{10}$ Bq
Medida de "dosis absorbida"	Gray Gy	Rad	1Gy = 100 Rad = 1 julio/kg
Medida de "dosis equivalente" y de "dosis efectiva"	Sievert Sv	Rem	1 Sv = 100 rem

¿Que 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 demostrado 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 que la radiación produce un daño en la salud del individuo los efectos se denominan estocásticos o 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 retraso mental 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.

¿Que 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 deterministas el aborto, las malformaciones congénitas y el retraso mental. La inducción de cáncer es un efecto estocástico.

Se ha demostrado que los efectos deterministas (aborto, malformaciones congénitas o retraso mental) 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.

Información a trabajadoras expuestas

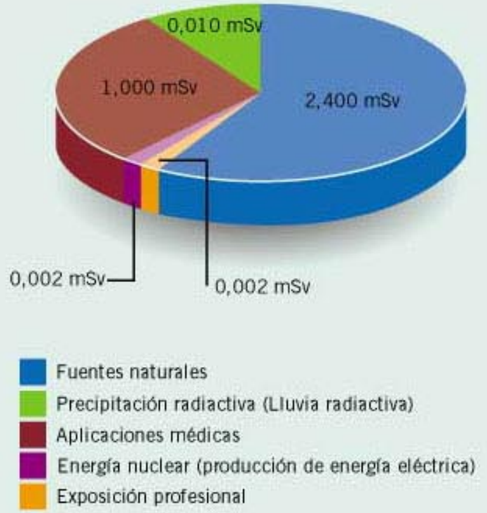
Por otro lado, la inducción de cáncer, al ser un efecto estocástico, se supone que se puede producir a cualquier nivel de dosis, pero debemos considerar que la radiación es únicamente uno de los muchos agentes que potencialmente pueden causar cáncer y que esta causa supone, a los niveles de dosis de 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 determinista (aborto, malformación congénita o retraso mental) 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 de 100 mSv en cinco años consecutivos (un promedio de 20 mSv por año) con una dosis máxima de 50 mSv en cualquier año.
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 gestante comunique su estado al titular de la instalación, la protección radiológica del feto debe ser comparable a la de los miembros del público y, para ello, las condiciones de trabajo deben ser tales que la dosis recibida por el feto no exceda 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 una actividad laboral en instalaciones radiactivas, recibirá una dosis promedio de 2,4 mSv en un año.



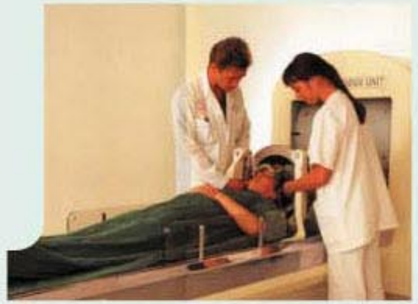
Para comprobar que las dosis recibidas por los trabajadores expuestos se mantienen por debajo de los límites establecidos, se les proporciona detectores de radiación denominados "dosìmetros personales".

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 el ámbito del Insalud en el año 2000, 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 correspondendientes 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 337 (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 termino riesgo puede ser cuantificado en términos de probabilidad de daño por unidad de dosis recibida. El riesgo de aborto, retraso mental 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.



Información a trabajadoras expuestas

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 del 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 ésta no puede distinguirse del cáncer producido por otras causas.

En la población infantil, la incidencia natural de cáncer es muy baja (2-3/1000), es decir, 2 a 3 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 1/1.700 para 10 mSv. Es decir, 1 niño de 0 a 15 años de cada 1.700 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 (1 mSv) es despreciable y muchisimo menor que la incidencia natural del mismo.

En la página siguiente se expone una tabla demostrativa de esta conclusión.

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 (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 1 muerte por cáncer de cada 1.700 niños expuestos en útero a 10 mGy.

Información a trabajadoras expuestas

¿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 tipo 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 como 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 éste 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 proporcionar el 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 si 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 biológicos de las radiaciones ionizantes en el feto?

En el año 1928 se creo 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 éstas 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:

ICRP-60. Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, 1990.

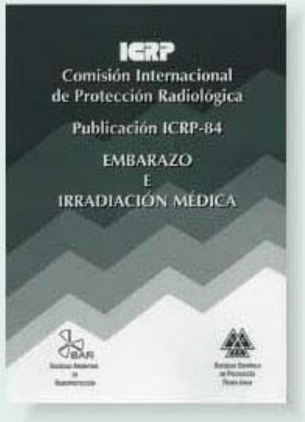
ICRP-75. General Principles for the radiation protection of workers. 1997.

ICRP-84. Embarazo e irradiación médica. 2000.

ICRP-90. Biological Effects after Prenatal Irradiation (Embryo and Fetus). 2003

UNSCEAR 2000.

UNSCEAR 2001.



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 y el hecho de que afecte a niños o pueda afectar a generaciones futuras (como es el caso de las radiaciones ionizantes).

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 acometer por parte de los grupos que trabajan en el campo de la protección radiológica y éste ha sido nuestro 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 o al 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 si 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. La aplicación de este límite a la práctica, se correspondería con un límite suplementario de dosis equivalente de 2 mSv en la superficie del abdomen (tronco inferior) de la mujer durante el resto del embarazo.Esta dosis será evaluada mediante un dosímetro individual que se colocara a la altura del abdomen desde la declaración del embarazo hasta el final de la gestación.

- 4. Es de gran importancia la formación e información tanto de las trabajadoras expuestas como de los médicos especialistas en Ginecología y Obstetricia así como de los servicios médicos especializados, los servicios de prevención de riesgos laborales o médicos de cualquier otra especialidad que realicen la vigilancia sanitaria de estas trabajadoras.