

# Embarazo y Radiación: RADIODIAGNÓSTICO



## 1. Introducción

En el medio sanitario es relativamente frecuente que trabajadoras que han quedado embarazadas permanezcan expuestas a radiaciones ionizantes, y no es infrecuente que realicen estudios de radiodiagnóstico a pacientes, sobre todo en el primer estadio del embarazo. Esta doble realidad origina a veces estados de ansiedad en las futuras madres, que pueden y deben ser evitados con una adecuada información, basada en las evidencias y publicaciones existentes en esta materia.

El ordenamiento jurídico español establece que las condiciones en las cuales han de realizar su trabajo las mujeres embarazadas, profesionalmente expuestas a radiaciones ionizantes, han de ser las adecuadas para que su futuro hijo no reciba dosis superiores al límite establecido.

embrión/feto, no se producirán efectos en el ser en desarrollo, teniendo algunos de ellos umbrales de dosis superiores a 100 mSv.

(\*) El mili Sievert (mSv) es la milésima parte del Sievert (Sv), unidad de dosis equivalente.

Etapa de preimplantación, incluye las dos primeras semanas.

Etapa de organogénesis, aproximadamente comprende desde la tercera a la octava semana.

Período fetal, que a su vez se subdivide, en período fetal temprano desde la octava hasta la vigesimoquinta semana de gestación y período fetal tardío correspondiente al último trimestre de gestación.

Veamos cual es el efecto de la radiación en cada una de estas etapas.

# EN EL MEDIO SANITARIO ES RELATIVAMENTE FRECUENTE QUE TRAJADORAS QUE HAN QUEDADO EMBARAZADAS PERMANEZCAN EXPUESTAS A RADIACIONES IONIZANTES, Y NO ES INFRECUENTE QUE REALICEN ESTUDIOS DE RADIODIAGNÓSTICO A PACIENTES

Los objetivos de este documento son informar de los siguientes aspectos:

1. Posibles riesgos derivados de una irradiación en el embrión o el feto.
2. Tipos de efectos biológicos que las radiaciones pueden producir.
3. Dosis necesarias para que se produzcan.
4. Dosis fetales estimadas para distintas exploraciones de radiodiagnóstico.
5. Reglamentación establecida para la protección radiológica del embrión/feto de la mujer trabajadora expuesta a radiaciones ionizantes.

## 2. Riesgos derivados de la exposición prenatal a radiaciones ionizantes

Hay tres factores que deben tenerse en cuenta para poder hacer una adecuada valoración del riesgo: la dosis absorbida, la distribución de ésta en el tiempo, es decir, si se ha recibido en un corto espacio de tiempo o no, y finalmente la edad gestacional, así como la edad de la gestante.

A menor dosis absorbida, menor es el riesgo, y para una determinada dosis, si se recibe en un período largo de tiempo, el riesgo es mucho menor que si se recibe en exposición única. Esto tiene un especial significado en el caso de trabajadoras expuestas a radiaciones ionizantes, ya que, las dosis que habitualmente reciben estas profesionales son muy bajas y, además no se suelen recibir en exposición única.

Existen tres etapas bien definidas a lo largo del embarazo. En cada una de ellas, estudios de investigación realizados, permiten indicar que por debajo de 100 mSv (\*) recibidos por el

### 2.1. Etapa de preimplantación.

A partir de estudios realizados en animales de experimentación se ha estimado que, en la etapa de la preimplantación, dosis equivalentes en el intervalo de 100 a 200 mSv recibidas por el embrión, inducen entre un 1 y un 2% de casos de muerte embrionaria. Hay que tener en cuenta que, en esta fase gestacional, la incidencia de abortos espontáneos es muy alta, aproximadamente el 30% (1), incluyendo en estos abortos espontáneos, aquéllos que no son conocidos por la mujer embarazada. Otros autores indican incidencias del 10% y 15% (2),(3).

### 2.2. Etapa de organogénesis

La estimación de riesgo en esta etapa, se basa también en estudios realizados en animales de experimentación, describiéndose anomalías esqueléticas, oculares, genitales y retraso en el crecimiento. La dosis mínima requerida para causar un incremento de malformaciones en estos animales, es del orden de 500 mSv. Se admite, con carácter conservador, que en humanos la dosis umbral, por debajo de la cual no se produciría ningún efecto de este tipo, está en el intervalo de 100 a 200 mSv.

### 2.3. Período fetal temprano

El efecto más importante detectado en este período es el retraso mental, motivado por el rápido desarrollo de las células madre del Sistema Nervioso Central, y que puede ir, desde una disminución del coeficiente intelectual, hasta un retraso mental severo cuando la irradiación se produce desde la octava hasta la decimoquinta semana. En el caso de retraso mental severo la dosis umbral, por debajo de la cual no se manifiesta este efecto, está comprendida entre 120 y 200 mSv.

Entre la semana décimosexta y la semana vigésimoquinta de embarazo, también se han observado los dos efectos anteriores, pero con un riesgo mucho menor, ya que el umbral de retraso mental severo en este estadio del embarazo se estima, aproximadamente, en 500 mSv, según datos obtenidos en supervivientes de Hiroshima embarazadas en aquel momento

#### 2.4. Período fetal tardío

Durante el último trimestre de la gestación, no se espera la incidencia de malformaciones o retraso mental radioinducido, no obstante, puede verse incrementada la probabilidad de incidencia de cáncer o de leucemia en los niños que han sido irradiados durante el embarazo, así como un aumento de la morbilidad peri o postnatal. El aumento de esta probabilidad cancerígena, puede producirse hasta los 19 años.

La tabla nº 1, tomada del documento nº 84 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), indica, que por debajo de 100 mGy (\*) recibidos por el embrión/feto, el aumento de probabilidad de que un niño de edad comprendida entre 0 y 19 años pueda nacer con malformaciones o desarrollar un cáncer radioinducido, es sumamente baja, despreciable frente a otros riesgos, ya que la frecuencia natural de malformaciones congénitas en recién nacidos en nuestra población es de 2-3% (4).

Merece destacar que la causa de malformaciones en el ser humano, es de origen genético el 20 - 25%, de origen desconocido un 65 - 70%, y sólo el 1% puede ser atribuido a fármacos, sustancias químicas, radiación e hipertermia. (5)

#### Tabla nº 1

##### Probabilidad de dar a luz niños sanos en función de la dosis de radiación recibida durante el embarazo (6) .

Dosis absorbida por el embrión/feto	Probabilidad de que el niño NO tenga malformaciones	Probabilidad de que el niño NO desarrolle cáncer entre los 0 y 19 años
0 mGy	97 %	99,7 %
0,5 mGy	97 %	99,7 %
1 mGy	97 %	99,7 %
2,5 mGy	97 %	99,7 %
5,0 mGy	97 %	99,7 %
10 mGy	97 %	99,6 %
50 mGy	97 %	99,4 %
100 mGy	próximo a 97 %	99,1 %

(\*) El mili Gray (mGy) es la milésima parte del Gray(Gy), unidad de dosis absorbida

## la causa de malformaciones en el ser humano, es de origen genético el 20 - 25%, de origen desconocido un 65 - 70%, y sólo el 1% puede ser atribuido a fármacos, sustancias químicas, radiación e hipertermia.

En la mayoría de las aplicaciones médicas que exigen tomar decisiones, y que emplean electrones, rayos X o rayos gamma, el valor numérico de la dosis absorbida en mGy, es esencialmente igual al valor numérico a la dosis equivalente en mSv (ICRP 84) (7).

#### 3.- Protección de las trabajadoras embarazadas expuesta a radiaciones ionizantes

"El Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes", establece en el artículo 10, sobre, protección especial durante el embarazo y la lactancia, "que la dosis equivalente en feto sea tan baja como sea razonablemente posible, de forma que sea improbable, que dicha dosis exceda de 1 mSv, al menos desde que la futura madre comunique su estado de gestación hasta el final del mismo" (8). "Una vez declarado el embarazo, habría que proteger al embrión mediante la aplicación de un límite suplementario de dosis equivalente de 2mSv en la superficie del abdomen (tronco inferior) de la mujer durante el resto del embarazo" (9). Este postulado es el más conservador de los encontrados en la bibliografía.

El valor de dosis de 1 mSv. es muy inferior a los que se establecen como valores umbrales para la producción de efectos en cualquier estadio del embarazo. La razón por la cual se ha limitado la dosis al feto a un valor tan bajo, es para proporcionarle un nivel de protección comparable al de los miembros del público, para los cuales está establecido en el RD 783/2001 (10), el límite de 1 mSv por año oficial.

La publicación nº 75 ICRP dice textualmente "La restricción de dosis al feto no implica que las mujeres gestantes trabajadoras con radiaciones ionizantes, tengan que evitar el trabajo en presencia de radiaciones ionizantes o que deba prohibirse su acceso a zonas radiológicas. No obstante, las condiciones en que se realiza ese trabajo deben ser cuidadosamente evaluadas, de modo que la probabilidad de incidentes con dosis o incorporaciones altas sea insignificante" (11).

Por tanto, se debe garantizar, que la trabajadora gestante realice su trabajo en condiciones tales, que no exista riesgo

de que el feto pueda recibir una dosis superior a la establecida en el ordenamiento jurídico español, esto es, 1 mSv desde la comunicación del embarazo hasta el final del mismo.

Merece destacar que, en España, la contribución media del fondo radiactivo natural puede originar en la futura madre una dosis efectiva aproximada de 2.1 mSv durante los nueve meses del embarazo. Este valor puede fluctuar dependiendo de la zona en la cual se vive. Por tanto, la legislación actual intenta que la dosis en el embrión/feto, debida al trabajo de la madre, sea incluso inferior al fondo radiactivo natural.

#### 4. Pacientes a las que se les realiza estudios de radiodiagnóstico en estado de gestación.

No es infrecuente que, en el primer estadio del embarazo, se realicen estudios con radiaciones ionizantes a pacientes que desconocen estar embarazadas.

En este tipo de situaciones es habitual que las futuras madres caigan en profundos estados de ansiedad, en gran parte originados por la falta de información adecuada sobre los posibles riesgos para su futuro hijo.

Es preceptiva, según el RD 1976/1999 (12), la estimación de la dosis recibida en útero por mujeres en estado de gestación, que hayan sido sometidas a procedimientos diagnósticos o terapéuticos con radiaciones ionizantes. Sin embargo la ICRP nº 84 indica, "En el caso del radiodiagnóstico, la estimación de la dosis fetal no es necesaria, salvo cuando el feto se encuentra en el haz directo de radiación". (13)

La tabla nº2, muestra la dosis fetal en distintos procedimientos diagnósticos con rayos X en el Reino Unido y puede comprobarse cómo las dosis para los distintos procedimientos han disminuido significativamente desde el año

## la ICRP nº 84 indica, "En el caso del radiodiagnóstico, la estimación de la dosis fetal no es necesaria, salvo cuando el feto se encuentra en el haz directo de radiación"

1993 al año 1998, debido entre otros factores, a los avances tecnológicos. En este sentido, se están haciendo grandes esfuerzos para mejorar el equipamiento utilizado en estas prácticas y conseguir así, que las dosis recibidas por los pacientes sean las mínimas compatibles con un diagnóstico correcto. Las medidas de protección radiológica también han contribuido significativamente a esta reducción. Todo ello permite situar las dosis recibidas "en estos

Examen	NRPB 1998, ICRP Nº 84 (15)			
	Dosis fetal (mSv)			
	media	máxima	media	máxima

#### Radiología convencional

Abdomen (sólo AP)	2.6	18	1.4	4.2
Enema de Bario	16	80	6.8	24
Papilla de Bario	2.8	-	1.1	5.8
Tórax	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Urografía intravenosa	3.2	20	1.7	10
Columna lumbar	3.2	12	1.7	10
Pelvis	1.7	8.0	1.1	4
Cráneo	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Columna dorsal	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

#### TC

Abdomen	8.0	49	8	49
Tórax	0.06	0.96	0.06	0.96
Cabeza	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Columna lumbar	2.4	8.6	2.4	8.6
Pelvis	25	79	25	79
Pelvimetría	0.2	0.4	0.2	0.4

procedimientos" muy por debajo de las dosis umbrales para la aparición de efectos indeseados.

#### Tabla nº 2

#### Dosis fetal estimada media y máxima, según el tipo de estudio y en función del año en que este estudio se realizó.

En la tabla anterior puede comprobarse que la irradiación producida, en el embrión/feto, por una radiografía de tórax, cráneo, columna dorsal, un TC de tórax o de cabeza es despreciable.

Finalmente indicar que el documento nº 84 de ICRP dice textualmente que: las radiografías o fluoroscopias indicadas por el médico en áreas alejadas del feto, tales como las de tórax, cráneo y extremidades (exceptuando las de cadera) pueden ser efectuadas con seguridad si el equipo está en adecuadas condiciones y si se usa la colimación del haz de rayos X. Normalmente no es necesaria la adecuación de los procedimientos (16).

#### 5.- Conclusiones

1.- Toda trabajadora expuesta a radiaciones ionizantes, puede seguir en su puesto de trabajo, siempre que la dosis equivalente recibida por el feto no exceda el valor de 1mSv, al menos desde la comunicación de su estado de embarazo

hasta el final del mismo. Esto se garantiza mediante un límite suplementario de 2 mSv de dosis equivalente en la superficie del abdomen

2.- El que un feto reciba la dosis de 1 mSv o superiores, no implica que éstas vayan a producir alteraciones en el futuro ser en desarrollo. De hecho se ha puesto de manifiesto que dosis de hasta 100mSv recibidas por el embrión/ feto, suponen probabilidades muy bajas de aparición de los efectos descritos.

3.- Siempre que a una paciente embarazada, se le practiquen procedimientos de radiodiagnóstico que supongan la irradiación del embrión o el feto, debe realizársele un estudio dosimétrico para estimar la dosis recibida y, de esta forma, valorar el riesgo para su futuro hijo.

4.- En todos los casos debe establecerse una adecuada y completa comunicación con la embarazada para paliar su estado de ansiedad.

5.- Las dosis prenatales, debidas a la mayoría de los procedimientos de diagnóstico llevados a cabo de manera adecuada, no presentan un incremento apreciable del riesgo de muerte prenatal, malformación, o deterioro del desarrollo mental sobre la incidencia natural de esos factores (17).

>> **M<sup>a</sup> del Pilar López Franco**

Jefe del S<sup>o</sup> de Radiofísica y Protección Radiológica.  
Hospital Universitario de la Princesa.  
Comisión de Garantía de Calidad de Radiodiagnóstico

## bibliografía

[1] Radioprotección nº27 Vol. IX, pp.11-21, (2001).

[2] Tietze C. Introduction to the Statistics of abortion. In Engle ET (ed): Pregnancy Wastage. Springfield, Thomas, 1953, p. 135

[3] United Nations, Department Gynecol of Social Affairs. Foetal, Infant and Early Childhood Mortality: I. The statistics. New York, United Nations (1954)

[4] Brent R.L., Beckman D.A.: Clinics in Perinatology. Teratology, Vol. 13 (3) 1986

[5] Shepard T.H. Catalogue of Teratogenic Agents. Sixth edition. The Johns Hopkins University Press 198913 (3) (1986).

[6] ICRP nº 84 Ed. SEPR y SAR. Embarazo e Irradiación Médica p.76 (2002).

[7] ICRP nº 84 Ed. SEPR y SAR. Embarazo e Irradiación Médica p.19 (2002).

[8] Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. BOE 26 de julio de 2001, p.27287.

[9] ICRP nº 60 Recomendaciones 1990, Ed. SEPR (1995) p.61.

[10] Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, BOE. 26-07-2001 art. 13 p.27287.

[11] ICRP nº 75 párrafo 127 p.26

[12] Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre de 1999, por el que establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico, BOE 29 de diciembre de 1999 art. 7, p.45893.

[13] ICRP nº 84 Ed. SEPR y SAR. Embarazo e Irradiación Médica (2002) p. 42

[14] NRPB Board Statement on Diagnostic Medical Exposures to Ionising Radiation During Pregnancy and Estimates of Late Radiation Risks to the UK Population, vol.4, 1993, p.9.

[15] ICRP nº 84 Ed. SEPR y SAR. Embarazo e Irradiación Médica (2002) p.43

[16] ICRP nº 84 Ed. SEPR y SAR. Embarazo e Irradiación Médica (2002) p.41

[17] ICRP nº 84 Ed. SEPR y SAR. Embarazo e Irradiación Médica p.27 (2002).