

FACULTAD DE MEDICINA - ESTUDIO GENERAL DE NAVARRA
DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA Y TERAPÉUTICA FÍSICA

Revisión de los problemas planteados por la irradiación fetal en las exploraciones radiodiagnósticas

L. Salvador Fernández - Mensaque

RESUMEN

Se trata de los problemas relacionados con la protección en las exploraciones radiológicas efectuadas en el curso del embarazo, practicando una revisión tanto de las dosis administradas como de sus posibles efectos y exponiendo una hipótesis sobre el papel de las radiaciones en la génesis de diversos procesos, entre ellos la leucemia; así como la sistemática que debe seguirse en estas exploraciones radiodiagnósticas.

Existe un creciente interés actual por los problemas de la radioprotección, que ha traspasado el marco de la propia especialidad radiológica para suscitar un justificado interés en los más diversos sectores de la Medicina. No cabe la menor duda de que la irradiación fetal, aun por las supuestas dosis que suponen las exploraciones diagnósticas, tienen un extraordinario interés por tratarse de una irradiación generalizada sobre un organismo en fase de pleno desarrollo, es decir, en las máximas condiciones de radiosensibilidad. Por esta razón, hemos acometido esta revisión especialmente orientada hacia el radiodiagnóstico, tratando con

ella de establecer un criterio basado en la meditación de este problema de conocimiento objetivo, que empieza a producir un estado de sugestión colectiva, y del otro determinar cuál ha de ser la postura del tocólogo y del radiólogo ante la necesidad de una exploración diagnóstica durante el embarazo.

Vamos a considerar en primer lugar qué dosis de radiación puede recibir el feto durante las exploraciones radiodiagnósticas y en segundo lugar qué clase de peligros pueden inducir tales dosis.

Consideramos a continuación los valores obtenidos por dosimetría en

las exploraciones diagnósticas según las diferentes técnicas.

No ofrece ninguna duda el hecho de que la radioscopia es el procedimiento que ofrece mayor peligro, ya que trabajando a las tensiones habituales nosotros hemos comprobado un débito de 4 a 10 r. por minuto sobre la piel. La gráfica de rendimientos de Holthusen y Braun, 1933, y Wachsmann y Dimotsis ³⁷, 1953, indican que para 80 kV 1,5 mm Al, DF P, 60 cm. y 4 miliamperes el débito es de 3.24 r. a la piel con 30 segundos de radioscopia. Esto significa

que el rendimiento de una radioscopia un poco prolongada es comparable a una sesión de teleroentgerapia superficial, ya que en 10 minutos puede recibirse una dosis de 40 a 100 r. en superficie.

En lo que se refiere a la radiografía, el rendimiento medio en r. es función del número de miliamperes, de la tensión, del filtro y de la distancia focal. Exponemos a continuación un cuadro con los valores dosimétricos calculados por los autores que se citan.

Autor	Características	Proyección	N.º Placas	Dosis en r.
Handloser y Love ⁹	Radiografía	AP		3,6
Handloser y Love	Radiografía	L		9
Plough ²⁶	Radiografía	L		5
Plough	Radioscopia pelvis			10-20 r./min
Wis ⁴⁰	Radiopelvimetría			2-3,5
Lieberson ¹⁴	Dosimetría pelvis		4 placas	5
Douglas ⁶	Radiografía	AP		0,05-0,7
Douglas	Radiografía	L		0,22-0,8
Douglas	Radiopelvimetría	AP		0,75-4
Douglas	Histerosalpinografía	AP		1,5-3,6
Douglas	Rad. abdomen normal	AP		0,02-0,2
Douglas	Rad. abdomen gestante	AP		2
Martin y Williams ¹⁵	Radiopelvimetría	AP		0,9
Ritter ³⁰	Radiopelvimetría	L		3,5
Clark ⁷		AP y L		0,25-5
Buchet ²	Radio pelvis normal	AP		1,6
Buchet	Radio pelvis embarazo	AP		2-5
Buchet	Urografía	AP	4 placas	2

De lo expuesto se infiere, de una parte, los enormes valores de dosis producidos por la radioscopia, y de otra, que las dosis registradas en las exploraciones radiográficas oscilan entre 0,05 r. y 5 r. según las proyecciones y el número de placas utilizadas.

A través de los trabajos realizados por Murphy ²⁷, Wintz y Wittenback ³⁹

y otros muchos autores sobre los efectos producidos en el organismo fetal por la irradiación terapéutica de neoplasias uterinas, así como por los resultados de las explosiones nucleares, se han podido recoger datos bastante precisos en relación a las dosis necesarias para producir distintos efectos biológicos. Sin embargo, en lo que se refiere al radiodiag-

nóstico, la preocupación ha sido menor en razón a las dosis pequeñas a que éste da lugar. Ya Muller ¹⁰ y colaboradores aconsejaron que el uso de los exámenes radiológicos no debía ser repetido muy frecuentemente durante el embarazo, siendo el primer toque de atención hacia el diagnóstico radiológico obstétrico.

Existe una notable disparidad en los resultados expuestos, de tal forma que es muy difícil llegar a una conclusión verdaderamente objetiva. De todas formas, y aunque los datos registrados no permitan conclusiones definitivas, existe al menos un estado de impresión derivado del mejor conocimiento que hoy se tiene de los efectos de la irradiación generalizada a través de las experiencias humanas de Hiroshima y Nagasaki, así como de los accidentes ocurridos en diversos centros de experimentación atómica, que nos permite trasladar con una cierta aproximación al organismo fetal los efectos bien conocidos de las irradiaciones globales en el hombre, entendiéndose que si bien las dosis administradas en estas exploraciones diagnósticas son relativamente pequeñas, debe tenerse en cuenta que, como dice Carulla ³, la irradiación se efectúa sobre tejidos embrionarios cuya sensibilidad es francamente superior a la de esos mismos tejidos en estado adulto, de tal forma que algunos que en principio son muy sensibles, más tarde lo serán escasamente.

Antes de seguir adelante, nos vemos en la necesidad de insistir en un punto que consideramos de la máxima trascendencia y que en nuestra opinión está dando lugar a un verdadero confusiónismo. Se trata del criterio expuesto en la mayoría de las publicaciones médicas no radiológicas, sobre el efecto de las radiaciones ionizantes como génesis de

muy distintas entidades nosológicas. Hemos podido comprobar que al hablar de dichos efectos se refieren siempre a la irradiación generalizada del organismo, accidental o no, pero de efectos bien distintos a los de la radiación localizada, terapéutica o diagnóstica. De tal forma que actualmente muchos médicos son inducidos a error por la deficiente exposición de este concepto, englobando en las génesis de determinados procesos estos efectos genéricos de las radiaciones.

A este respecto pensamos con Stewart ²⁴ que los efectos producidos por las radiaciones ionizantes están condicionados por la extensión de la superficie corporal expuesta en las mismas.

Es bien conocido que la irradiación generalizada puede producir, según la dosis total administrada, diversos efectos que van desde la muerte inmediata como forma más grave de la reacción aguda, hasta las lesiones reversibles de órganos críticos, incremento en la incidencia de carcinogénesis, disminución de la vida y radiomutaciones, como expresión más lejana de los trastornos crónicos.

Muerte fetal. De las radiaciones terapéuticas y de las experiencias deducidas de los bombardeos atómicos ha podido comprobarse que dosis superiores a las 400 r. producen la muerte fetal. Snow ³² cita el empleo de una dosis de 600 r. como inductora del aborto, dada la acción destructiva que se ejerce principalmente en el sistema nervioso. Murphy ²⁰ irradia la pelvis en 230 casos por indicación terapéutica, teniendo 50 abortos empleando dosis de 400 a 600. La Atómic Bomb Casualty Commission señala una mayor proporción de abortos y nacimientos muertos en madres que se encontraban al centro de explosión atómica, en un área en

donde las radiaciones alcanzan la cifra de 400 a 500 r.

Malformaciones fetales. La máxima receptibilidad del organismo, para la producción de malformaciones, tiene lugar entre la 12 y 18 semanas. Murphy ²⁰ y Parles ²⁵ han precisado que las radiaciones a dosis terapéuticas pueden originar malformaciones fetales cuando se emplean en el primer trimestre de la vida. Estas malformaciones afectan principalmente al sistema nervioso (microcéfalos, atroñas cerebrales, anomalías oculares), según Lewin ¹³, Murphy ²⁰ y Stewart ³⁴, aunque también Snow ³² describe efectos somáticos sobre dedos, manos, cara, ojos y extremidades. Kramer ¹² cita 11 malformaciones entre pacientes irradiadas durante el primer y segundo mes del embarazo, 7 en 11 que estaban entre un tercero y quinto mes y 3 entre 13 comprendidas desde el sexto al noveno mes. Asimismo Shall ³¹ cita 20 de 35 pacientes irradiadas terapéuticamente en los 3 primeros meses. Murphy ²⁰, de los 230 casos citados anteriormente, tiene 180 partos a término, de los cuales 27 fetos están más o menos afectados de serios trastornos de salud o desarrollo. Este mismo autor, en otra serie de 53 casos, hace radium o roentgenterapia, produciéndose 23 abortos y 30 partos normales, de los cuales 12 fetos están afectados de malformaciones. Sin embargo, Hobs ¹⁰ ha vigilado durante 4 años a un niño cuya madre sufrió la irradiación terapéutica durante el embarazo, observando que su evolución ha sido perfectamente normal. De lo expuesto se deduce que las dosis necesarias para la producción de malformaciones son también elevadas, de tal forma que no es posible llegar a ellas en el curso de las exploraciones radiodiagnósticas.

Incremento en la incidencia de carcinogénesis. Otra cuestión de ple-

na actualidad es la consideración de cómo y en qué medida las radiaciones ionizantes pueden ser responsables de un aumento en la carcinogénesis y más concretamente de la mayor frecuencia de la leucemia. Es este un punto de gran interés, ya que de forma general se admite el incremento de la leucemia entre las personas que han sido irradiadas, especialmente con carácter general.

Rownsend ³⁵ investiga sobre 204 niños, de edad inferior a los 10 años, muertos por leucemia en la década anterior. Las historias sólo son satisfactorias en 171 casos, y en 12 de ellos (7 por 100) se emplearon rayos X con fines diagnósticos durante el embarazo. En otra serie de 269 leucemias hay un porcentaje de madres examinadas de un 15 por 100; concluye el trabajo citando que hay 10 muertos por leucemia anualmente y que una madre de cada uno de estos 20 casos fué irradiada.

Stewart ³⁴, en un primer trabajo (1956), encuentra que hay una proporción doble de madres de leucémicos que han sido examinados por rayos X. En 1958 recoge 1.299 casos de niños (619 leucemias y 680 correspondientes a otros tumores malignos) con 178 madres radiadas, de las que 69 corresponden a leucémicos.

En un grupo control, también de 1.299 historias, encuentra que se radiaron a 93, siendo la frecuencia de leucemias 1,6 veces mayor que en el primer grupo y la de exámenes radiográficos 1,9 veces, por lo que se concluye que la radiación no es causa de una mayor frecuencia de procesos malignos.

Patterson ²⁴, entre 1951 y 1955, encuentra que en 77 niños muertos de leucemia, un 27,3 por 100 de las madres han sido radiadas; 155 niños de madres a las que se les ha practicado una radiopelvimetría en el

último trimestre del embarazo (3,5 r. en el feto) son controlados durante 10 años por Mills ¹⁶ y no encuentra ningún caso de leucemia.

Rabinovitch ²⁹, entre 1940 y 1955, hace 4.000 exámenes radiográficos, de los que 1/3 son radiopelvimetrías, habiendo 6 leucemias. En la misma área hay otros 6 casos, pero cuyas madres no habían sido radiadas.

Kaplan ¹¹ encuentra una diferencia en la incidencia de la frecuencia con que se examinan niños que luego serán leucémicos y sus hermanos, pero no con respecto a sus amigos.

Wells ³⁸, de 260 casos de leucemia, fundándose en las historias, estudia 15 de ellas, que se dan en su hospital, y 62 en otros, habiendo 156 controles (dobles en cada caso) de igual paridad, misma época y sitio.

En los 15 niños se hicieron 2 pelvimetrías, 6 films torácicos y 6 radios dentales, 7 films torácicos y una radiografía de cadera.

En el grupo de 62 casos, dos madres fueron radiadas abdominalmente y 4 en otro lugar. En el grupo de control de 126, hubo cinco pelvimetrías, 4 placas abdominales y 2 torácicas. O sea, que en 4 de los 77 leucémicos (2,3 por 100) hubo radiografía abdominal, mientras que en el grupo de control se dió un 11 de los 156 casos (7 por 100), de donde se deduce que la relación no es tan directa. Según Furth ⁸, la incidencia de la leucemia es de 4 casos por cada 100.000 personas y año y esta cifra puede aumentar en 2/1.000.000 al año por la administración de una unidad r. m. Según Lorentz ⁸, en los radiólogos la tasa de morbilidad leucémica aumenta de 1 a 1,3 por 20.000 habitantes en 30 años de ejercicio profesional. Este mismo autor opina que una sola radiografía de embarazo aumenta el riesgo de leucemia para el niño tanto como 30 años de vida profesional de un radiólogo.

No pueden olvidarse los trabajos realizados por Court-Brown ⁵ sobre la incidencia de la leucemia en los pacientes que anteriormente habían sido sometidos a la irradiación terapéutica por espondilitis anquilopoyética. Al menos su experiencia no parece dejar lugar a duda.

En lo que se refiere a la incidencia de la leucemia y a la influencia que las radiaciones puedan tener en su génesis, hace tiempo que pensamos que más que una actuación cancerígena directa habría que sospechar la afectación del sistema inmunológico del ser irradiado. Hay un problema de particular interés por la relación existente entre el mismo y el tema que abordamos, que consiste en la disminución o desaparición temporal de las reacciones inmunobiológicas.

Es este un tema de extraordinario interés, que ha llamado siempre nuestra atención, pues es bien conocida la frecuencia con que en las irradiaciones terapéuticas se producen, a renglón seguido, alteraciones más o menos importantes de la inmunidad, que se traducen en la aparición de procesos infecciosos generales o locales, llamando poderosamente nuestra atención la incidencia del herpes zoster al mismo nivel de las zonas irradiadas "per se", o bien por necesidades técnicas. Este parecer es absolutamente compartido con el prof. Carulla. También, y en relación con lo expuesto anteriormente, hemos podido confirmar dos casos que habían sido sometidos a radiografías AP y L en la fase final del embarazo, y que a través del primer quinquenio de su vida han sufrido, en relación a sus hermanos, un notable aumento en la incidencia de procesos infecciosos, especialmente de carácter virásico (otitis, enfermedad reumática, etc.).

Hasta aquí nuestras observaciones en este campo de las alteraciones inmunológicas, que traducen todo un estado de opinión personal, pero hay que hacer notar que ya en 1908 Benjamin observó por primera vez la inhibición en la formación de anticuerpos en los sujetos irradiados. Posteriormente, otros muchos autores se han ocupado de este problema. Cuando un organismo es inmunizado contra un antígeno, la irradiación no disminuye prácticamente la tasa de anticuerpos circulantes; por el contrario, si la irradiación precede a la introducción del antígeno, la reacción inmunobiológica no se produce o es muy pequeña. Gracias a ésta ha sido posible el enorme progreso de la actual técnica de los injertos heterólogos. Durante la vida fetal no existe la selectividad inmunitaria debida a la inmadurez propia del sistema inmunitario; razón por la cual existen actualmente los bancos de médula ósea a base de tejidos hematopoyéticos embrionarios. Este estado de inmadurez es el que conferiría a esos tejidos inmunitarios una radiosensibilidad máxima fácilmente deducible de las leyes generales de la radiosensibilidad.

El que por la causa anteriormente citada puede llegar a efectuarse la inmunidad fetal por las pequeñas dosis administradas en las exploraciones radiodiagnósticas, es un problema no suficientemente aclarado que merece la mayor atención y el más profundo estudio, pues, a nuestro juicio, pudiera ser que fuese el único factor verdaderamente merecedor de ser tenido en cuenta en las génesis de alteraciones producidas por el radiodiagnóstico sobre el organismo fetal, ya que, según los estudios realizados a través de las irradiaciones terapéuticas durante el embarazo, así como por los accidentes nucleares, se deduce con absoluta

claridad que se precisan dosis mucho más elevadas para llegar a producir tanto la muerte como las malformaciones.

Por otra parte, los estudios sobre Citogenética, actualmente en curso, parecen demostrar que las leucemias agudas no soportan ninguna anomalía cromosómica específica, contrariamente a lo que ocurre en las leucosis crónicas (existencia del cromosoma Ph), preferentemente en la forma mieloide, por lo que podría pensarse que en la génesis de las leucosis agudas pueden intervenir factores ambientales, como virus, radiaciones, etc.

Dado que el mayor número de leucemias registradas después de irradiaciones, generales o localizadas, corresponde a las formas agudas, y, por otra parte, los estudios realizados sobre las alteraciones inmunitarias y nuestras propias observaciones en este sentido, cabría pensar que las radiaciones no jugasen más que un papel desencadenante inespecífico a través de una agresión al sistema inmunitario que permitiese la puesta en marcha y el desarrollo de un proceso virásico agudo leucótico, pero que muy bien pudiera haber sido zosteriado o de otra índole inflamatoria.

Estas ideas no niegan la acción cancerígena que bajo determinadas circunstancias pueden desencadenar las radiaciones ionizantes, sino más bien el papel leucemógeno de las mismas.

En resumen, nuestra posición ante el problema planteado por la irradiación diagnóstica durante el embarazo puede concretarse en las siguientes conclusiones:

- 1) El estudio de las dosis promedias obtenidas mediante dosimetría por diversos autores, indica:

- a) Que la radioscopia da lugar a una dosis en superficie de 4 a 10 r.

por minuto, lo que equivale a una dosis total de 40 a 150 r. en el curso de una radioscopia normal.

b) Que en el estudio radiográfico la dosis oscila entre 0,05 y 5 r. según las proyecciones utilizadas y el número de placas empleadas.

2) De lo expuesto anteriormente se infiere que la radioscopia sobre las regiones abdominal y pelviana debe ser proscrita durante la totalidad del embarazo.

3) Igualmente debe proibirse el uso de la radiografía, sobre las regiones citadas, durante la primera mitad del embarazo.

4) Durante la segunda mitad del embarazo se limitará el empleo de los exámenes radiográficos a casos de verdadera necesidad. Esta limitación se hace extensiva muy especialmente a la radiopelvimetría, para la cual deberá seguirse la siguiente pauta: Máximo 2 placas, 1 para la proyección AP y otra para la proyección L, separadas por un espacio de tiempo no inferior a las 48 horas. Se aclara que el número de placas empleadas presupone igual número de "disparos" radiográficos.

5) Mejorar las condiciones técnicas de la radiografía con objeto de disminuir al máximo la dosis de radiación a base de:

a) El empleo de kilovoltajes tan altos como sea compatible con la técnica radiográfica, ya que de esta forma es posible disminuir la dosis recibida por el organismo en proporciones muy notable. Según Buchet², en una radiografía de la columna lumbo-sacra con 60 kv. se recibe 5,45 r.; con 80 kv., 3,5 r., y con 120 kv., 2,5 r. Estas cifras son tan elocuentes

que nos llevan a creer que las radiografías que se practiquen durante la segunda mitad del embarazo deberán ser efectuadas con una tensión superior a los 100 kv.

b) Deberán emplearse igualmente films radiográficos, películas reforzadas y reveladores de la mayor rapidez y sensibilidad, ya que de esta forma puede también reducirse notablemente la dosis de radiación necesaria para la formación de la imagen radiográfica.

6) Las dosis empleadas en el diagnóstico radiográfico arriba indicadas, según los criterios revisados y el nuestro propio:

a) No pueden producir la muerte fetal.

b) No pueden dar lugar a malformaciones.

c) No existe un criterio bien definido sobre su papel leucemógeno, y aunque la mayoría de autores denuncia el incremento, otros lo niegan con cifras, por lo que no existe actualmente unanimidad, citando la mayoría de los autores un determinado número de casos aparecidos, aunque sin auténtico valor estadístico, al menos en lo que se refiere a las irradiaciones por exámenes radiográficos.

Los recientes trabajos que dichos valores de dosis pueden dar lugar a situaciones hipoinmunitarias que podrían afectar, bajo determinadas circunstancias, al organismo irradiado. Este problema nos parece de gran trascendencia y a él dedicaremos nuestro esfuerzo futuro, porque estimamos que en él se encuentra la clave de los posibles desórdenes causados por las radiaciones ionizantes en el aspecto que nos ocupa.

SUMMARY

This report deals with problems of protection against radiological diagnostic techniques during pregnancy and reviews the

doses to administer as well as its side effects.

The author presents a theory about the

possible role of radiation as the provoking factor of several diseases namely leukaemia.

A criterion to carry out this diagnostic radiological procedures is given.

BIBLIOGRAFÍA

1. ATOMIC BOMB CASUALTY COMMISSION. Citado por RUSSELL Y RUSSELL.
2. BUCHET, R. *Elements de Radiobiologie appliquée*. 1960.
3. CARULLA y RIPOLL. *Radiaciones ionizantes. Riesgos y protección. Problemas prematrimoniales*. Barcelona, 1961.
4. CLARK. *Bull. of the atomic scientist*. XII, n.º 1, p. 14, 1956.
5. COURT - BROWN, DOLL, HILL. *Incidence of Lenkemia after Exposure to Diagnostic Radiation in utero*. *Brit. M. J.* 2: 1539, 1960.
6. DOUGLAS. *Radiation protection in Obstetrics and Gynecology*. *Obst. Gyn.* 12: 485, 1958.
7. EASTMAN. *Obstetricia de Williams*.
8. FURT y LORENTZ. *Radiation Biology*. New York, 1954. Mc Graw Hill Book. Compony luc. vol. 1, part 2.
9. HANDLOSER y LOVE. *Radiation Doses from Diagnostic X-Ray studies*. *Radiology*. 57: 252, 1951.
10. HOBS. *Radiology*. 54: 242, 1950.
11. KAPLAN. *Am. J. Roentgen*. 80: 696, 1958.
12. KRAMER. Citado por SUBÍAS FAGES.
13. LEWIN. *Riesgos obstétricos de las radiaciones ionizantes*. *Encyclopédie Médico Quirurgical*.
14. LIEBERSON. Citado por EASTMAN.
15. MARTIN y WILLIAMS. *British J. Radiol.* 19: 297, 1946.
16. MILLS, SD.; BRAWER, A. J.; BANNER, EA.; DAVIS, GD., y GAGE, RP. *Minesota Med.* 41: 339, 1958.
17. MULLER, H. J. *Artificial transmutación of the gene*. *Science*. 66: 84-87, 1927.
18. MULLER, H. J. *Genetic damage produced by radiation*. *Sciencie*. 121: 837-840, 1955.
19. MULLER. Citado por SNOW.
20. MURPHY. *The outcome of 625 pregnancies in women subjected to pelvic radium or roentgen irradiation*. *Am. J. O. G.* 18: 179, 1929.
21. MURPHY, D. P., y GOLDSTEIN, L. *Etiology of the ill-health of children born after maternal pelvic irradiation. Part I Unnealthy children born after pre-conception pelvis irradiation*. *Amer. J. Roentgenol.* 22: 207, 1929. Part II, s. Goldstein. *Micromelia in a child irradiated in utero Surgery. Gyn. Obst.* 50: 79, 1930.
22. MURPHY, D. P. y DE RENYS, MARGUERITE. *Postconception pelvic irradiation of the albinorat; its effect upon the offspring*. *Surg. Gyn. Obst.* 50: 861, 1930; *Am. J. Roentgenol.* 25: 576, 1931.
23. MURPHY, D. P. *Radium tevilisation au weiblichen Patren*. *Surg. Gyn. Obst.* 49: 440, 1929; *Zbl. Gynäk.* 3: 155, 1931.
24. MURRAY, R.; HECKEL, P., y HEMPELMANN, L. H. *New England J. Med.* 261: 12, 1959.
25. PARLE, S. S. *Radiation hazards in Obstetrics and Ginecology*. *Am. J. Obst. Gyn.* t. 75, p. 327, 1958.
26. PLOUGH. *Nucleonics*. 10: 17, 1952.
27. PATTERSON. Citado por WELLS.
28. PIZON, P. *Effects génétiques des radiations iomosantes chez l'homme*. *Presse méd.* 66: 845, 1958.
29. RABINOVITCH, J. *Lancet*. 2: 1261, 1957.
30. RITTER. *Roentgendoses during diagnostic procedures*. *Radiology*. 59: 233, 1952.
31. SHALL. Citado por SUBÍAS FAGES.
32. SNOW, W. *Roentgenology in Obstetrics and Gynecology*. Charles C. Thomas. Illinois (U.S.A.).
33. SUBÍAS FAGES, A. *Acción de las radiaciones roentgen sobre el desarrollo embrionario* Tesis doctoral. Barcelona. 1958.
34. STEWART. Citado por LEWIN.
35. TOWNSEND. *Radiation hazards to fetus*. *M. J. Australia*. 2: 289, 1958.
36. USANDIZAGA, J. M. *Exploración radiográfica durante el embarazo*. Barcelona. 1962.
37. WACHSMANN y DIMOTSIS. *Kurven und tabellen für die strahlentherapie*. 1957.
38. WELLS, JOSEPHINE y STEER, CHARLES M. *Relationship of Leukemia in children to abdominal irradiation of mother during pregnancy*.
39. WINTZ, H., y WITTENBECK, F. *Klinik der gynäkologie*. t. 4, mitad primera parte, p. 394, 1933.
40. WIS. Citado por LEWIN.