

DOSIS DE IRRADIACION DE LAS GONADAS CAUSADAS POR EL RADIODIAGNOSTICO Y LA RADIOTERAPIA

DR. W. M. COURT BROWN

Director del Grupo del Consejo de Investigaciones Médicas para la investigación de los efectos generales de las radiaciones, Departamento de Radioterapia, Western General Hospital, Edimburgo, Escocia

RADIODIAGNOSTICO

Recientemente se han hecho varias estimaciones de la dosis de irradiación de las gónadas recibidas por la población a consecuencia del radiodiagnóstico, independiente de la radiación del ambiente natural. Sus resultados varían desde el 10 % aproximadamente de la radiación del ambiente (1) hasta un 58 % (2). Entre ambas se halla la estimación de Osborn y Smith (3), según la cual dicha dosis asciende por lo menos a un 22 %. Parece que existe algún acuerdo, según los conocimientos actuales, en que la "dosis duplicante" para el hombre oscila entre 30 y 80 r. en un período de 30 años. Sin embargo, el concepto de "dosis duplicante" simplifica en exceso la situación, pues es muy probable que exista un espectro de sensibilidad de los genes. Bien puede ser que se haya producido ya un importante aumento de la tasa de mutación de algunos genes.

El análisis más completo que hasta ahora se ha hecho de la dosis de irradiación recibida por las gónadas durante la radiodiagnos, es el de Osborn y Smith (3). Estos autores ponen de relieve varios puntos de importancia. En primer lugar, llaman la atención sobre el creciente uso de los rayos X con fines de diagnóstico, y presentan pruebas de que en Inglaterra y País de Gales el número de exámenes con rayos X va aumentando hoy a razón del 12 % por año aproximadamente, y de que, en 1954, se hicieron entre 17 y 18 millones de tales exámenes. Sin embargo, señalan que el efecto adverso de esta expansión queda compensado hasta cierto punto—por lo que respecta a la dosis de irradiación de las gónadas—por los adelantos técnicos que han reducido la cantidad necesaria de exposición a la radiación. En segundo lugar,

Osborn y Smith llaman la atención sobre el importante hecho de que un reducido número de exámenes por sí solos—que asciende a un 7 % aproximadamente del total—producen la mayor parte (aproximadamente un 75 %) de la dosis de irradiación de las gónadas. Estos exámenes son los de las caderas, región sacrolumbar, pelvis, tracto urinario (pielografía intravenosa y retrógrada) y pelvimetría. En general, estas conclusiones son análogas a las de Martin (1).

De graves consecuencias es el difundido uso de la pelvimetría y otros exámenes obstétricos del abdomen con rayos X, y no se diga el examen del abdomen materno para fines distintos de los obstétricos. Según Osborn y Smith, en Inglaterra y País de Gales se hacen anualmente por lo menos 26.000 pelvimetrías, además de otros 86.000 exámenes obstétricos con rayos X. Estos autores calculan que la dosis de irradiación recibidas por las gónadas maternas, causada solamente por la pelvimetría, asciende al 3 % de la dosis que estos órganos reciben en la población total de ambos sexos, y que la dosis fetal asciende al 15,6 %.

El verdadero reparo del estudio de Osborn y Smith consiste en el hecho de que sus resultados se basan en una muestra de sólo cinco hospitales: dos clínicos, dos no clínicos y uno de niños. Es dudoso que ésta sea una muestra debidamente representativa de los hospitales de Inglaterra y País de Gales, en especial porque se ha demostrado, sobre todo en un estudio de pelvimetría, que existen considerables variaciones de las técnicas radiográficas.

RADIOTERAPIA

La gran mayoría de los pacientes tratados en centros de radioterapia sufren de enfermedades cancerosas y han pasado de hecho o

casi de la edad de la reproducción. Sin embargo, hay una proporción de personas jóvenes tratadas a causa de una diversidad de estados patológicos no cancerosos. Estos estados se agrupan en dos categorías, según sean tratados durante la infancia o al principio de la edad adulta. En el primer grupo figuran los hemangiomas, queloides, tejido tonsilar hipertrófico, quistes óseos, etc. Los estados tratados al principio de la edad adulta son, sobre todo, la espondilitis anquilopoyética, las enfermedades de la piel, queloides, algunos trastornos menstruales y, en ocasiones, quistes óseos.

Las afecciones de la infancia ocurren principalmente en la mitad superior del tronco y en las extremidades, y en general se tratan con radiaciones de bajo voltaje aplicadas en pequeñas zonas localizadas. Es poco probable que esos tratamientos contribuyan en gran medida a la dosis de irradiación de las gónadas.

De las afecciones irradiadas al principio de la edad adulta es probable que, a juzgar por lo que hasta ahora revela la experiencia en Gran Bretaña, el tratamiento de la espondilitis anquilopoyética contribuya en una proporción apreciable a la dosis de irradiación de las gónadas. Más adelante damos algunas estimaciones provisionales sobre la cuantía de esta proporción. No se dispone de datos sobre la proporción correspondiente al tratamiento de las enfermedades de la piel, pero todo induce a creer que también puede ser apreciable.

ESPONDILITIS ANQUILOPOYETICA

Durante el pasado año se hizo una encuesta epidemiológica para determinar la incidencia de leucemia entre pacientes de espondilitis anquilopoyética tratados con rayos X. Esta encuesta abarcó todos los departamentos de radioterapia de Inglaterra, País de Gales y Escocia que actualmente funcionan bajo los respectivos Servicios Nacionales de Sanidad. Durante la encuesta se obtuvieron datos relativos a

13.352 pacientes tratados entre los años 1935 y 1954 inclusive, probablemente la mayoría, por no decir la gran mayoría, de los pacientes tratados por esta enfermedad en Gran Bretaña durante el período en cuestión.

Es posible hacer algunos cálculos aproximados y muy provisionales de la aportación mínima a la dosis de irradiación de las gónadas, proveniente del tratamiento de la espondilitis anquilopoyética en Gran Bretaña, suponiendo que los testículos no están protegidos durante el tratamiento.

Los efectos benéficos del tratamiento de esta dolencia con rayos X no fueron ampliamente reconocidos hasta la Segunda Guerra Mundial, habiéndose registrado hasta 1950 un constante aumento del número anual de nuevos pacientes irradiados; desde entonces, dicho número ha tendido ligeramente a disminuir. En el período de 1949 a 1954, el promedio de nuevos casos por año fue de 1.336, de los cuales 1.109 (83%) fueron varones. De éstos, a su vez, el 53% eran menores de 35 años. De las mujeres, el 43% tenían menos de 35 años.

El primer curso estándar de tratamiento de un paciente varón se ha calculado, por término medio, del modo siguiente (basándose en la información sobre la dosificación obtenida por medio de una muestra al azar de una persona por cada seis de la población total):

a) Un solo campo posterior de 15 cm. \times 10 cm. centrado sobre las articulaciones sacroilíacas, cuyo eje mayor es horizontal.

b) Una serie de campos irradiando todo a lo largo de la columna vertebral y que se extienden desde el límite superior de la región sacroilíaca hasta la parte superior del cuello. Por término medio, la anchura de estos campos es de 7,5 cm.

c) Una dosis total de la piel, por cada campo, de 1.500 r. (semiespesor, 1,6 mm.).

Por mediciones hechas en un fantoma, parece que la dosis que reciben las gónadas de un varón, en un tratamiento de esta clase, es aproximadamente de 45 r.

No se ha medido la dosis de irradiación de las gónadas recibida por las mujeres. En algunos centros, la región sacroilíaca de las mujeres se trató de modo análogo a la de los varones; pero en muchos otros se trató de evitar la irradiación de los ovarios. La irradiación directa de la región sacroilíaca con 1.500 r. es casi seguro que produce esterilidad permanente. Para los fines de este estudio se supone que la dosis recibida por los ovarios es por término medio de 45 r.

Las aportaciones a las dosis de irradiación de las gónadas por año provenientes del tratamiento de la espondilitis anquilopoyética, se han calculado (véase el cuadro) basándose en la siguiente población *de facto* para Inglaterra, País de Gales y Escocia (1952).

| | 15-34 años | Todas las edades |
|--------------|--------------------|--------------------|
| Varones..... | $6,6 \times 10^6$ | $2,37 \times 10^7$ |
| Mujeres..... | $6,8 \times 10^6$ | $2,56 \times 10^7$ |
| Total..... | $1,34 \times 10^7$ | $4,93 \times 10^7$ |

DOSIS DE IRRADIACION DE LAS GONADAS (EN MILIROENTGENS) *PER CAPITA* DE POBLACION POR AÑO EN INGLATERRA, PAIS DE GALES Y ESCOCIA

| | 15-34 años | Todas las edades |
|------------------|------------|------------------|
| Varones..... | 4,0 | 2,1 |
| Mujeres..... | 0,6 | 0,4 |
| Ambos sexos..... | 2,3 | 1,2 |

Estas estimaciones pueden considerarse mínimas. No menos del 46 % de los varones y del 44 % de las mujeres recibieron más de un curso de tratamiento. Mucho de estos cursos adicionales se dieron en la región sacrolumbar y en las articulaciones de las caderas. Sin embargo, es preciso tener en cuenta otros dos factores que tienden a disminuir la cuantía o la efectividad de la dosis de irradiación de las gónadas. En primer lugar, en algunos centros de radioterapia era práctica corriente alguna

forma de protección de los testículos mediante vidrio plomado; sin embargo, esto distaba mucho de ser práctica general, y se descubrió cierto número de casos de infecundidad masculina, algunos de los cuales pudieron ser consecuencia de la exposición a los rayos X. En segundo lugar, es muy posible que los que sufren de espondilitis sean subfecundos. Esta enfermedad produce incapacidad física y con frecuencia va acompañada de tuberculosis pulmonar y colitis ulcerativa. Sin embargo, no se han publicado datos concluyentes sobre este punto.

En resumen, la radioterapia de pacientes que sufren de espondilitis anquilopoyética en Gran Bretaña dará una dosis de irradiación de las gónadas por año del 1 % por lo menos del ambiente natural, y tal vez sea bastante mayor. Un examen más riguroso de la contribución de esta fuente y un análisis de la contribución de otros tipos de radioterapia, incluyendo el uso de isótopos radiactivos, bien podrían elevar la estimación de la aportación total de la radioterapia al nivel poco más o menos del 8 % sugerido por Clark (2) en relación con los Estados Unidos, o quizás a un nivel todavía más alto.

DISCUSION

Por lo que se sabe hasta ahora, no hay pruebas directas de una constante tendencia al aumento de la incidencia de ninguno de los rasgos indeseables que cabría esperar de cualquier incremento de la tasa de mutación debido a la continua expansión de la radiología médica. El estudio epidemiológico directo de este problema está sin duda rodeado de dificultades, no siendo las menores de ellas la cuantiosísima población que habría que tener en observación y lo impreciso y defectuoso de la certificación de defunción.

Existen, empero, algunos indicios indirectos de que tal vez haya habido ya un incremento de los efectos indeseables. Por ejemplo, estudios recientes indican un importante

aumento de la mortalidad por leucemia entre personas con espondilitis anquilopoyética tratadas con rayos X, y también se ha podido mostrar una relación entre la incidencia anual de leucemia entre dichos pacientes y la dosis de irradiación de la médula ósea. Se han publicado algunos datos provisionales a este respecto (4). Según los datos existentes, es posible que la leucemogénesis humana por radiación sea un efecto que no tiene umbral, y que dentro de la amplitud de la dosis que se recibe en la vida civil ordinaria, la dosis y la respuesta sean directamente proporcionales, como ocurre con aquella y la inducción de mutaciones. Si así sucediese en definitiva, resultarían válidas dos consecuencias. La primera, que cierta proporción de casos normales de leucemia se debe probablemente a la radiación del ambiente natural, y la segunda, que todo aumento de la radiación del ambiente causado por fuentes artificiales está relacionado con un auge de la mortalidad por leucemia.

Se sabe que la mortalidad por leucemia va en aumento. Así, por ejemplo, la tasa bruta de mortalidad anual de ambos sexos aumentó en Inglaterra y País de Gales de 26 en 1940 a 49 en 1954. Las cifras correspondientes de Dinamarca son 48 y 71; las de Canadá, 30 y 51, y las de Estados Unidos, 39 y 65. Indudablemente, parte de este incremento se debe a modificaciones de los criterios de diagnóstico y al perfeccionamiento de las técnicas empleadas al hacerlo. Sin embargo, existe la impresión general de que, en parte, puede ser real y absoluto. Si así fuera, y si la relación de la dosis a la respuesta dentro del intervalo pertinente de la dosis fuese lineal, parte del incremento de la mortalidad por leucemia bien podría deberse al mayor uso de las radiaciones, en particular del radiodiagnóstico. Si pudiera examinarse del mismo modo la incidencia de caracteres, como la hemofilia, la distrofia muscular y la acondroplasia, tal vez se observase por lo menos una tendencia al aumento cualitativamente similar.

REFERENCIAS

- (1) Clark, S. H.: *Bull. Atom. Scient.*, 12:14, 1956.
- (2) Court Brown, W. M., y Doll, R.: *Appendix B: Leukaemia and aplastic anaemia in patients treated with X-rays for ankylosing spondylitis*. En: Gran Bretaña, Consejo de Investigación Médica: *The hazards to man of nuclear and allied radiations*, Londres, 1956, p. 87.
- (3) Martin, J. H.: *Med. Jour. Aust.*, 2:806, 1955.
- (4) Osborn, S. B., y Smith, E. E.: *Lancet*, 1:949, 1956.