

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

==

INFORME N.º 49

Dosis Genéticamente Significativa debida
al Radiodiagnóstico Médico

por

A. E. PLACER

==

BUENOS AIRES

1961

DOSIS GENETICAMENTE SIGNIFICATIVA DEBIDA AL RADIODIAGNOSTICO MEDICO

A. E. PLACER

I. — *Introducción*

A las diversas fuentes naturales de radiación a las que están expuestas las poblaciones, se han añadido en los últimos tiempos varias otras creadas por el hombre. Entre estas últimas, la radiología médica ha demostrado ser la mayor en la actualidad. El uso de los rayos X ha sido y es de gran importancia en el desarrollo de la medicina moderna; su aplicación cada vez más generalizada obliga, no obstante, a valorar los posibles riesgos que la misma puede implicar.

La irradiación de la población debida al radiodiagnóstico evidentemente no es uniforme, siendo diversos grupos irradiados con dosis muy diferentes. Para poder comparar los riesgos debidos a esta fuente con los de la radiación natural, que irradia uniformemente a toda la población, se debe calcular una dosis significativa promedio sobre la misma.

El presente trabajo se refiere a la dosis genéticamente significativa, definida como la dosis gonadal, que, de ser recibida por toda una población, produciría el mismo daño genético total que la que realmente recibe cada uno de los individuos que la componen. Ello implica aceptar: a) que el incremento del daño genético es lineal con la dosis acumulada en los tejidos en cuestión; b) que no hay umbral de producción para este efecto; c) que existe intercalamiento al azar en la población. El cálculo debe tener en cuenta el número de hijos a ser concebidos por los individuos irradiados y requiere, por lo tanto, una multitud de datos demográficos y dosimétricos que son presentados a continuación.

II. — *Estadística de placas radiográficas*

La determinación del número de placas radiográficas con fines diagnósticos fué realizada sobre los 86 principales centros médicos de la ciudad de Buenos Aires que cuentan con equipos de rayos X, de acuerdo al siguiente detalle:

- 71 servicios de radiología de hospitales y centros médicos nacionales y municipales;
- 9 de hospitales de colectividades extranjeras;
- 6 centros de reconocimiento médico nacionales y municipales:
 - a) Centro Profiláctico Universitario;
 - b) Dirección Técnica de Higiene Municipal;
 - c) Dirección de Reconocimientos Médicos de la Administración Nacional;
 - d) Dirección General de Sanidad Escolar;

- e) Dirección de Exámenes Periódicos de la Población;
- f) Exámenes radiológicos de los ciudadanos de las diversas clases militares (Secretaría de Guerra).

Durante el período estudiado, correspondiente a los años comprendidos entre 1950 y 1959, el número de placas tomadas fué de 14.116.201 (tabla 1) (1)(2)(3)(4).

La distribución de los tipos de examen que muestran las tablas 2 y 3 fué obtenida sobre el 10 % del número total de casos, seleccionados en forma tal (4) de tener una muestra representativa, y sus resultados fueron extrapolados a dicho número total de placas. La selección antes citada tuvo en cuenta la proporción de pacientes provenientes de consultorios externos, salas de clínica general, servicios de traumatología y ortopedia, dispensarios antituberculosos, etc., por lo que sus resultados se estiman estadísticamente representativos.

La distribución de frecuencias indicadas en la tabla 4 es información directa obtenida en su fuente de origen (3).

La tabla 5 presenta los números totales de placas, clasificadas por sexo y tipo de examen.

El número de placas tomadas en los 141 sanatorios y clínicas particulares (5) y en el número desconocido de consultorios privados que poseen equipos de rayos X en la Capital, durante el período antes citado, ha sido estimado a partir de datos sobre importación, producción y distribución de films en unos 7.000.000.

III. — *Datos demográficos*

La población estable de la Capital en 1954 —fecha promedio del período considerado— era 3.600.000 habitantes (6), pero a los efectos de esta estadística se ha considerado que los centros radiológicos prestan servicios a unos 6.000.000 de personas, incluyendo así a los residentes en el Gran Buenos Aires.

No se comete mayor error al suponer que, en ese total, el número de hombres es igual al de mujeres, dado que las cifras reales de la población estable indican que el 48,6 % de los habitantes pertenece al sexo masculino y 51,4 % al femenino (7).

La tabla 6 presenta el número de placas de cada tipo tomadas por cada 1.000 personas según su sexo y en total, de acuerdo a los valores de la tabla 5 y aceptando que en los 7.000.000 de placas antes supuestos para los centros privados la distribución de cada tipo de exposición sea similar al de los 14.116.201 recopilados.

IV. — *Determinación de la dosis en gonadas para cada tipo de toma radiográfica*

La dosis que reciben las gonadas masculinas y femeninas durante el disparo realizado para obtener la placa de un determinado campo, varía con la localización y extensión de éste y con los tiempos de disparo, corrientes y tensiones aplicadas en el tubo de rayos X para cada tipo de estudio.

Para la determinación de dicha dosis se utilizaron simultáneamente films-dosímetros y cámaras-dedal, ubicados sobre la superficie del cuerpo en las zonas correspondientes. A partir de las exposicio-

nes resultantes, se calcularon las dosis en profundidad mediante curvas y tablas de penetración de radiación X (8).

La dispersión de los valores fué similar a la obtenida en otros estudios (9)(10)(11)(12)(13) y los valores promedios —que se presentan en las dos primeras columnas de la tabla 7— pueden ser considerados representativos dentro de un factor 2 de precisión.

V. — *Estimación de la dosis genéticamente significativa*

La dosis genéticamente significativa puede calcularse aproximadamente por la expresión

$$D_j^* \cong \frac{n_j^*}{n} \cdot d_j \quad (14),$$

donde

- D_j = dosis anual genéticamente significativa producida por una irradiación de tipo j ;
- n_j = número de individuos irradiados cuya edad es inferior a la edad promedio de reproducción;
- n = número total de integrantes de la población cuya edad es inferior a la edad promedio de reproducción;
- d_j = dosis en gonadas recibida en cada tipo j de irradiación;
- * = sexo respectivo.

De acuerdo al censo general de 1947 el 46,1 % de la población de la Capital tenía menos de 30 años (edad promedio de reproducción), cumpliendo esa condición el 45,7 % de los hombres y el 46,5 % de las mujeres (7).

Para el cálculo respectivo se ha supuesto que:

- a) La misma proporción de edades se ha mantenido hasta 1954 sobre los 6.000.000 de personas en estudio, por haber variado sólo muy levemente (5-10 %) el índice de natalidad (que es aproximadamente igual al 24‰) y el de mortalidad (aproximadamente 9‰) (6).
- b) En todos los tipos de tomas radiográficas —salvo las que se indican en c)— la proporción de personas irradiadas menores de 30 años es igual a la de la población total;
- c) Todos los individuos a los que se sacan abreugrafías y sobre los que se realizan estudios de pelvimetría y de posición fetal tienen menor edad que la promedio de reproducción.

Además, el cálculo se ha realizado sobre 1.411.620 placas anuales, promedio del valor dado en la tabla 1.

La relación n^*/n para cada tipo de toma radiográfica se presenta en las columnas 3ª y 4ª de la tabla 7. Las columnas siguientes indican la contribución al valor de la dosis genéticamente significativa de cada tipo de irradiación en ambos sexos y sobre la población en general. La última presenta los porcentajes de contribución de cada tipo de toma a la dosis total.

El valor de 30 mRem/año debido al número de placas recopiladas y resultado de la suma de la columna 6ª, debe ser incrementado por la contribución de:

- 1) Las placas obtenidas en los centros privados (700.000/año), para las que —aceptando igual proporción de los diversos tipos de irradiación— corresponderían 15 mRem/año.
- 2) Los estudios radioscópicos.

Para este último tipo de examen radiológico no fué posible obtener datos precisos del número y tiempo de irradiación de los pacientes estudiados, por lo que ha sido necesario hacer una estimación global de la incidencia en la dosis total.

La dosis genéticamente significativa mínima que recibe la población de la Capital es, pues, de 45 mRem/año, si no se tiene en cuenta la contribución de las radioscopías. Pero dado que el número de equipos fluoroscópicos existentes y las técnicas de trabajo diagnóstico utilizadas son similares a las de las escuelas europeas, se acepta que las radioscopías contribuyen a la dosis total en la proporción resultante de los estudios realizados para Francia e Inglaterra y Gales, países en los que resultó ser del orden del 50 % (14).

Con tal valor, la incidencia de las mismas en la ciudad de Buenos Aires sería de 45 mRem/año, con lo que la dosis genéticamente significativa debida al radiodiagnóstico médico alcanzaría a 90 mRem/año.

VI. — *Discusión y conclusiones*

Desde sus orígenes el hombre ha estado expuesto a las radiaciones provenientes de las fuentes naturales. La dosis gonadal producida por estas fuentes de radiación varía de zona a zona de la superficie terrestre (15). En el litoral argentino es de 100 mRem/año (16), por lo que la extracontribución debida al radiodiagnóstico en el período estudiado fué del mismo orden de magnitud.

Valores similares se han calculado para otros países (14). Sin embargo, es de destacar que el número de placas per cápita en nuestra ciudad es bastante inferior al obtenido en dichos estudios. La tabla 8 presenta el número de exámenes radiológicos por cada 1.000 habitantes resultantes de los mismos.

Para compararlos con el valor calculado en tabla 6 (352,2 placas por 1.000 habitantes) debe tenerse presente que durante cada examen, según su tipo, puede tomarse más de una placa (en promedio, el valor por examen es de 2-3 placas) (13) (14) (17), por lo que el número de exámenes en la ciudad de Buenos Aires es del orden de 120 a 170 por mil habitantes y por año.

Es de destacar que hay tipos de exámenes que inciden en proporción decisiva sobre la dosis anual genéticamente significativa. Así; cerca del 70 % de la misma en la Capital es producida por 7 tipos de examen, que implican aproximadamente el 13 % del número total de placas tomadas (tabla 9). Valores similares se han obtenido en otros países para los correspondientes tipos de examen (tabla 10). No ocurre lo mismo con la gran incidencia local de las abreugrafías (roentgenfotografías), que contribuyen con el 12,6 % de la dosis total.

Suponiendo que en nuestro país aumente el número de exámenes realizados sobre la población y alcance al de los países tecnológicamente desarrollados —de no cambiarse las instalaciones y téc-

nicas actualmente en uso—, la dosis genéticamente significativa alcanzaría valores del orden de 600 mRem/año, lo que sobrepasaría en cerca de dos veces la máxima dosis genética total recomendada por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (I. C. R. P.), que es de 10 Rem por generación (18).

Nota. Se agradece la colaboración prestada por los organismos, funcionarios y profesionales que tuvieron la gentileza de posibilitar la realización de este trabajo.

TABLA 1
Placas tomadas en el periodo 1950-1959

| <i>Lugar</i> | <i>Placas</i> |
|--|---------------|
| 71 Hospitales y centros nacionales y municipales | 7.615.863 |
| 9 Hospitales de colectividades extranjeras | 1.303.614 |
| 6 Centros nacionales y municipales de exámenes de la población | 5.196.724 |
| <i>Total</i> | 14.116.201 |

TABLA 2

*Placas tomadas en 71 centros nacionales y municipales
en el período 1950-1959*

| <i>Tipo de estudio</i> | <i>Hombres</i> | <i>Mujeres</i> | <i>Total</i> |
|---|----------------|----------------|--------------|
| 1. Cráneo, angiografía cerebral ... | 319.209 | 349.993 | 669.202 |
| 2. Columna cervical | 161.266 | 257.606 | 418.872 |
| 3. Columna dorsal | 143.117 | 131.054 | 274.171 |
| 4. Columna lumbar | 124.900 | 187.350 | 312.250 |
| 5. Región lumbosacra | 59.381 | 115.784 | 175.165 |
| 6. Tórax: costillas, esternón, clavícula | 109.669 | 118.807 | 228.476 |
| 7. Hombro | 162.645 | 126.758 | 289.403 |
| 8. Brazo y mano | 371.320 | 405.498 | 776.818 |
| 9. Pelvis | 57.302 | 79.784 | 137.086 |
| 10. Cadera y cabeza de fémur | 144.945 | 152.074 | 297.019 |
| 11. Fémur | 61.826 | 75.260 | 137.086 |
| 12. Pierna y pie | 320.004 | 395.887 | 715.891 |
| 13. Pecho (común): corazón, pulmones | 548.343 | 365.561 | 913.904 |
| 14. Pecho (especial): angiografía, broncografía, aortografía, etc. ... | 130.689 | 36.860 | 167.549 |
| 15. Abdomen: páncreas, bazo, hígado, neumoperitoneo, aparato urinario | 120.148 | 138.791 | 258.939 |
| 16. Vesícula biliar | 114.649 | 182.370 | 297.019 |
| 17. Aparato digestivo superior: faringe, esófago, estómago (con contraste de bario) | 286.409 | 275.177 | 561.586 |
| 18. Aparato digestivo inferior: intestino, apéndice, colon (enema de bario) | 140.565 | 135.594 | 276.159 |
| 19. Urografía descendente o intravenosa | 139.736 | 111.587 | 251.323 |
| 20. Pielografía por vía ascendente .. | 50.935 | 32.839 | 83.774 |
| 21. Uretrocistografía | 37.686 | 15.618 | 53.304 |
| 22. Estudios obstétricos de posición fetal | — | 53.374 | 53.374 |
| 23. Pelvimetria | — | 30.463 | 30.463 |
| 24. Histerosalpingografía | — | 38.079 | 38.079 |
| 25. Abreugrafía | — | — | — |
| 26. Dental | 89.528 | 109.423 | 198.951 |
| <i>Totales</i> | 3.694.273 | 3.921.591 | 7.615.863 |

TABLA 3

*Placas tomadas en 9 hospitales de colectividades extranjeras
en el periodo 1950-1959*

| <i>Tipo de estudio</i> | <i>Hombres</i> | <i>Mujeres</i> | <i>Total</i> |
|---|----------------|----------------|--------------|
| 1. Cráneo, angiografía cerebral .. | 56.343 | 59.351 | 115.694 |
| 2. Columna cervical | 27.880 | 44.536 | 72.416 |
| 3. Columna dorsal | 24.742 | 22.657 | 47.399 |
| 4. Columna lumbar | 21.593 | 32.389 | 53.982 |
| 5. Región lumbosacra | 10.266 | 20.017 | 30.283 |
| 6. Tórax: costillas, esternón, clavícula | 18.960 | 20.539 | 39.499 |
| 7. Hombro | 28.118 | 21.914 | 50.032 |
| 8. Brazo y mano | 64.195 | 70.104 | 134.299 |
| 9. Pelvis | 9.357 | 14.343 | 23.700 |
| 10. Cadera y cabeza de fémur | 25.058 | 26.291 | 51.349 |
| 11. Fémur | 10.689 | 13.011 | 23.700 |
| 12. Pierna y pie | 55.323 | 68.442 | 123.765 |
| 13. Pecho (común): corazón, pulmones | 94.799 | 63.199 | 157.998 |
| 14. Pecho (especial): angiografía, broncografía, aortografía, etc. .. | 22.594 | 6.373 | 28.967 |
| 15. Abdomen: páncreas, bazo, hígado, neumoperitoneo, aparato urinario | 20.771 | 23.995 | 44.766 |
| 16. Vesícula biliar | 14.734 | 23.449 | 38.183 |
| 17. Aparato digestivo superior: faringe, esófago, estómago (con contraste de bario) | 49.515 | 47.574 | 97.089 |
| 18. Aparato digestivo inferior: intestino, apéndice, colon (enema de bario) | 24.301 | 23.441 | 47.742 |
| 19. Urografía descendente o intravenosa | 24.158 | 19.291 | 43.449 |
| 20. Pielografía por vía ascendente .. | 8.806 | 5.677 | 14.483 |
| 21. Uretrocistografía | 6.516 | 2.700 | 9.216 |
| 22. Estudios obstétricos de posición fetal | — | 9.229 | 9.229 |
| 23. Pelvimetría | — | 5.266 | 5.266 |
| 24. Histerosalpingografía | — | 6.583 | 6.583 |
| 25. Abreugrafía | — | — | — |
| 26. Dental | 15.536 | 18.989 | 34.525 |
| <i>Totales</i> | 634.254 | 669.360 | 1.303.614 |

TABLA 4

*Placas tomadas en 6 centros de exámenes de la población
en el periodo 1950-1959*

| <i>Tipo de estudio</i> | <i>Hombres</i> | <i>Mujeres</i> | <i>Total</i> |
|--|----------------|----------------|--------------|
| 13. Pecho (común): corazón, pulmones | 597.675 | 19.558 | 617.233 |
| 15. Abdomen | 176 | 45 | 221 |
| 25. Abreugrafía | 3.529.443 | 1.049.827 | 4.579.270 |
| <i>Totales</i> | 4.127.294 | 1.069.430 | 5.196.724 |

TABLA 5

*Placas tomadas en 86 centros (ver detalle en tabla 1)
en el periodo 1950-1959*

| <i>Tipo de estudio</i> | <i>Hombres</i> | <i>Mujeres</i> | <i>Total</i> |
|---|------------------|------------------|-------------------|
| 1. Cráneo, angiografía cerebral .. | 375.552 | 409.344 | 784.896 |
| 2. Columna cervical | 189.146 | 302.142 | 491.288 |
| 3. Columna dorsal | 167.859 | 153.711 | 321.570 |
| 4. Columna lumbar | 146.493 | 219.739 | 366.232 |
| 5. Región lumbosacra | 69.647 | 135.801 | 205.448 |
| 6. Tórax: costillas, esternón, clavícula | 128.629 | 139.346 | 267.975 |
| 7. Hombro | 190.763 | 148.672 | 339.435 |
| 8. Brazo y mano | 435.515 | 475.602 | 911.117 |
| 9. Pelvis | 66.659 | 94.127 | 160.786 |
| 10. Cadera y cabeza de fémur | 170.003 | 178.365 | 348.368 |
| 11. Fémur | 72.515 | 88.271 | 160.786 |
| 12. Pierna y pie | 375.327 | 464.329 | 839.656 |
| 13. Pecho (común): corazón, pulmones | 1.240.817 | 448.318 | 1.689.135 |
| 14. Pecho (especial): angiografía, broncografía, aortografía, etc. . . | 153.283 | 43.233 | 196.516 |
| 15. Abdomen: páncreas, bazo, hígado, neumoperitoneo, aparato urinario | 141.095 | 162.831 | 303.926 |
| 16. Vesícula biliar | 129.383 | 205.819 | 335.202 |
| 17. Aparato digestivo superior: faringe, esófago, estómago (con contraste de bario) | 335.924 | 322.751 | 658.675 |
| 18. Aparato digestivo inferior: intestino, apéndice, colon (enema de bario) | 164.866 | 159.035 | 323.901 |
| 19. Urografía descendente o intravenosa | 163.894 | 130.878 | 294.772 |
| 20. Pielografía por vía ascendente .. | 59.741 | 38.516 | 98.257 |
| 21. Uretrocistografía | 44.202 | 18.318 | 62.520 |
| 22. Estudios obstétricos de posición fetal | — | 62.603 | 62.603 |
| 23. Pelvimetría | — | 35.729 | 35.729 |
| 24. Histerosalpingografía | — | 44.662 | 44.662 |
| 25. Abreugrafía | 3.529.443 | 1.049.827 | 4.579.270 |
| 26. Dental | 105.064 | 128.412 | 233.476 |
| <i>Totales</i> | 8.455.820 | 5.660.381 | 14.116.201 |

TABLA 6

Número anual de placas por cada 1.000 personas,
clasificadas según su sexo

| <i>Tipo de estudio</i> | <i>Hombres</i> | <i>Mujeres</i> | <i>Total</i> |
|---|----------------|----------------|--------------|
| 1. Cráneo, angiografía cerebral .. | 12,6 | 13,6 | 13,1 |
| 2. Columna cervical | 7,0 | 10,0 | 8,5 |
| 3. Columna dorsal | 5,6 | 5,2 | 5,4 |
| 4. Columna lumbar | 4,8 | 7,4 | 6,1 |
| 5. Región lumbosacra | 2,4 | 4,6 | 3,5 |
| 6. Tórax: costillas, esternón, clavícula | 4,2 | 4,6 | 4,4 |
| 7. Hombro | 6,4 | 5,0 | 5,7 |
| 8. Brazo y mano | 14,6 | 15,8 | 15,2 |
| 9. Pelvis | 2,2 | 3,2 | 2,7 |
| 10. Cadera y cabeza de fémur | 5,6 | 6,0 | 5,8 |
| 11. Fémur | 2,4 | 3,0 | 2,7 |
| 12. Pierna y pie | 12,6 | 15,4 | 14,0 |
| 13. Pecho (común): corazón, pulmones | 41,4 | 15,0 | 28,2 |
| 14. Pecho (especial): angiografía, broncografía, aortografía, etc. .. | 5,2 | 1,4 | 2,3 |
| 15. Abdomen: páncreas, bazo, hígado, neumoperitoneo, aparato urinario | 4,8 | 5,4 | 5,1 |
| 16. Vesícula biliar | 4,4 | 6,8 | 5,6 |
| 17. Aparato digestivo superior: faringe, esófago, estómago (con contraste de bario) | 11,2 | 10,8 | 11,0 |
| 18. Aparato digestivo inferior: intestino, apéndice, colon (enema de bario) | 5,4 | 5,2 | 5,3 |
| 19. Urografía descendente o intravenosa | 5,4 | 4,4 | 4,9 |
| 20. Pielografía por vía ascendente .. | 2,0 | 1,2 | 1,6 |
| 21. Uretrocistografía | 1,4 | 0,6 | 1,0 |
| 22. Estudios obstétricos de posición fetal | — | 2,0 | 1,0 |
| 23. Pelvimetría | — | 1,2 | 0,6 |
| 24. Histerosalpingografía | — | 1,4 | 0,7 |
| 25. Abreugrafía | 117,6 | 35,0 | 76,3 |
| 26. Dental | 3,6 | 4,1 | 3,9 |
| <i>Totales</i> | 282,8 | 188,4 | 235,6 |
| <i>En clínicas, sanatorios y consultorios (ver texto)</i> | 139,2 | 94,0 | 116,6 |
| <i>Totales estimados</i> | 422,0 | 282,4 | 352,2 |

TABLA 7

Contribución de cada tipo de examen a la dosis genéticamente significativa

| Tipo de estudio | Dosis gonada (mRem) | | Nj/N | | D. G. S. (mRem/año) | | | % |
|---|---------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|
| | Masc. | Femen. | Masc. | Femen. | Masc. | Femen. | Total | |
| 1. Cráneo, angiografía cerebral | — | — | 0,0063 | 0,0068 | — | — | — | — |
| 2. Columna cervical | 4 | 5 | 0,0032 | 0,0050 | 0,013 | 0,025 | 0,038 | 0,12 |
| 3. Columna dorsal | 60 | 100 | 0,0028 | 0,0026 | 0,168 | 0,260 | 0,428 | 1,43 |
| 4. Columna lumbar | 200 | 400 | 0,0024 | 0,0037 | 0,480 | 1,480 | 1,960 | 6,53 |
| 5. Región lumbosacra | 230 | 600 | 0,0012 | 0,0023 | 0,276 | 1,380 | 1,659 | 5,52 |
| 6. Tórax: costillas, esternón, clavícula | 10 | 20 | 0,0021 | 0,0023 | 0,021 | 0,046 | 0,067 | 0,22 |
| 7. Hombro | 10 | 70 | 0,0032 | 0,0025 | 0,032 | 0,175 | 0,207 | 0,69 |
| 8. Brazo y mano | — | — | 0,0073 | 0,0079 | — | — | — | — |
| 9. Pelvis | 600 | 700 | 0,0011 | 0,0016 | 0,660 | 1,120 | 1,780 | 5,93 |
| 10. Cadera y cabeza de fémur | 600 | 600 | 0,0028 | 0,0030 | 1,680 | 1,800 | 3,480 | 11,60 |
| 11. Fémur | 30 | 10 | 0,0012 | 0,0015 | 0,036 | 0,015 | 0,051 | 0,17 |
| 12. Pierna y pie | 2 | — | 0,0063 | 0,0077 | — | — | — | — |
| 13. Pecho (común): corazón, pulmones | 5 | 10 | 0,0207 | 0,0075 | 0,104 | 0,075 | 0,179 | 0,60 |
| 14. Pecho (especial): angiografía, broncografía, aortografía, etc. | 50 | 70 | 0,0025 | 0,0007 | 0,130 | 0,049 | 0,179 | 0,60 |
| 15. Abdomen: páncreas, bazo, hígado, neumo-peritoneo, aparato urinario | 150 | 200 | 0,0024 | 0,0027 | 0,360 | 0,540 | 0,900 | 3,00 |
| 16. Vesícula biliar | 60 | 90 | 0,0022 | 0,0034 | 0,132 | 0,306 | 0,438 | 1,46 |
| 17. Aparato digestivo superior: faringe, esófago, estómago (con contraste de bario) | 60 | 90 | 0,0056 | 0,0054 | 0,336 | 0,486 | 0,822 | 2,74 |
| 18. Aparato digestivo inferior: intestino, apéndice, colon (enema de bario) | 300 | 450 | 0,0027 | 0,0027 | 0,810 | 1,215 | 2,025 | 6,75 |
| 19. Urografía descendente o intravenosa | 700 | 900 | 0,0027 | 0,0022 | 1,890 | 1,980 | 3,870 | 12,90 |
| 20. Pielografía por vía ascendente | 600 | 800 | 0,0010 | 0,0006 | 0,600 | 0,480 | 1,080 | 3,60 |
| 21. Uretrocistografía | 700 | 800 | 0,0007 | 0,0003 | 0,490 | 0,240 | 0,730 | 2,43 |
| 22. Estudios obstétricos de posición fetal | — | 800 | — | 0,0044 | — | 3,520 | 3,520 | 11,73 |
| 23. Pelvimetría | — | 900 | — | 0,0025 | — | 2,250 | 2,250 | 7,50 |
| 24. Histerosalpingografía | — | 800 | — | 0,0007 | — | 0,560 | 0,560 | 1,87 |
| 25. Abreugrafía | 10 | 15 | 0,2666 | 0,0737 | 2,666 | 1,106 | 3,772 | 12,57 |
| 26. Dental | — | — | 0,0018 | 0,0021 | — | — | — | — |
| Totales | | | | | 10,897 | 19,108 | 30,005 | 100,00 |

TABLA 8

*Número anual de exámenes radiográficos por cada 1.000 habitantes
en diversos países*

| <i>País</i> | <i>Años</i> | <i>Exámenes/1.000 hab.</i> | <i>Referencia</i> |
|--------------------------|-------------|----------------------------|-------------------|
| Australia | 1955-57 | 670 (a) | (19) |
| Austria | 1955-57 | 74 (a) | (14) |
| Dinamarca | 1956 | 440 | (20) |
| Inglaterra y Gales | 1957 | 410 | (20) |
| Francia | 1957 | 650 (a) | (14) |
| Japón | 1956 | 540 (a) | (14) |
| Nueva Zelandia | 1957 | 670 (a) | (21) |
| Suecia | 1956 | 450 (a) | (14) |
| EE. UU. | 1955-56 | 780 | (14) |
| Canadá | 1958 | 260 (a) | (14) |

(a) No incluye exámenes dentales.

TABLA 9

Tipos de estudios de mayor contribución a la dosis genéticamente significativa

| <i>Tipo de placa tomada</i> | <i>% del número total de placas</i> | <i>% de la dosis anual genét. significativa</i> |
|--|-------------------------------------|---|
| 4. Columna lumbar | 2,6 | 6,5 |
| 5. Región lumbosacra | 1,4 | 5,5 |
| 9. Pelvis | 1,1 | 5,9 |
| 10. Cadera y cabeza de fémur | 2,4 | 11,6 |
| 18. Aparato digestivo inferior | 2,3 | 6,8 |
| 19. Urografía descendente | 2,1 | 12,9 |
| 22. Estudios obstétricos de posición fetal | 0,5 | 11,7 |
| 23. Pelvimetría | 0,3 | 7,5 |
| <i>Totales</i> | <i>12,7</i> | <i>68,4</i> |

TABLA 10

*Fracción contribuida por los exámenes de más significación (a)
en diversos países*

| <i>Países</i> | <i>%</i> | <i>Referencia</i> |
|------------------|----------|-------------------|
| Inglaterra | 75 | (22) |
| Dinamarca | 71 | (11) |
| EE. UU. | 91 | (b) |
| Australia | 82 | (c) |
| Francia | 58 | (c) |
| Suecia | 82 | (c) |

- (a) Exámenes que contribuyen individualmente en más del 5 % (excluyendo abreugrafías en Francia).
- (b) Considerando la contribución de todo el esqueleto y de la región pélvica en un solo ítem por no estar discriminados los parciales [calculado a partir de datos de (14)].
- (c) Calculado a partir de datos de (14).

REFERENCIAS

1. Ministerio de Asistencia Social y Salud Pública de la Nación: *Síntesis estadística de la labor realizada por los establecimientos médicoasistenciales de dependencia nacional y provincial.*
2. Dirección de Estadística y Economía Sanitaria del Ministerio de Asistencia Social y Salud Pública: Número de placas tomadas en los establecimientos dependientes de ese ministerio (Comunicación personal, 1960).
3. Comunicaciones personales de directores de establecimientos y jefes de servicios de radiología y estadística (1960).
4. Libros de registro de placas tomadas en servicios de radiología.
5. Dirección de Estadística y Economía Sanitaria del Ministerio de Asistencia Social y Salud Pública: *Guía de establecimientos y servicios médicoasistenciales.* Buenos Aires (1958).
6. Ministerio de Hacienda de la Nación: Publicaciones de la Dirección General de Estadística y Censos.
7. Presidencia de la Nación, Ministerio de Asuntos Técnicos: *IV Censo General de la Nación.* Buenos Aires (1947).
8. Hine, G. J., y Brownell, C.: *Radiation Dosimetry.* Academic Press Inc. New York (1956).
9. Hammer-Jacobsen, E.: *Gonad-dose-measurements in Denmark.* Documento de Naciones Unidas A/AC. 82/G/R. 219 (septiembre 4, 1958).
10. Wolson, J. L., y Garret, C.: *Gonadal exposure dose to adults in diagnostic radiographie.* Documento de Naciones Unidas A/AC. 82/G/L. 357 (mayo 23, 1960).
11. Hammer-Jacobsen, E.: *Gonad dose in diagnostic radiology.* Documento de Naciones Unidas A/AC. 82/G/R. 221 (septiembre 4, 1958).
12. Larson, L. E.: *Radiation doses to the gonads of patients in Swedish roentgen diagnostics.* Documento de Naciones Unidas A/AC. 82/G/R. 182.
13. Laughlin, J. S., y Pullman, I.: *Gonadal dose produced by the medical use of X-Rays.* Documento de Naciones Unidas A/AC. 82/G/R. 74.
14. *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.* General Assembly. Official Records: 30th. Session. Supplement N° 17 (A. 3838).
15. World Health Organization: *Effects of radiation on human heredity.* Technical Report, Series N° 166. Ginebra (1959).

16. Comisión Nacional de Energía Atómica: *Informe oficial sobre contaminación ambiental por explosiones nucleares*. Buenos Aires (abril, 1959).
17. Webster, E. W., y Merrill, O. E.: *Radiation Hazards*. New England Journal of Medicine, 257, 811 (1957).
18. I. C. R. P.: *Recomendations of the International Commission of Radiological Protection* (adoptadas en septiembre 9, 1958). Pergamon Press.
19. Austria: *Report to the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation on radiological data*. Documento de Naciones Unidas A/AC. 82/G/R. 102.
20. *Report of ICRP/ICRU Joint Study Group* (1960) (a ser publicado).
21. New Zeland: *Report to the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*. Documento de Naciones Unidas A/AC. 82/G/R. 185.
22. Osborn, S. G., y Smith, E. E.: *Lancet*, 1, 949 (1956).

Editado por el Departamento de Información de la
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Av. del Libertador General San Martín 8250
Buenos Aires - República Argentina
Febrero 1961