

PETER EBERSTADT*

**EL MEDICO
Y
LA
ERA
ATOMICA.**

INTRODUCCIÓN.

ES REALMENTE DIFÍCIL precisar cuando se inició la era atómica. Para el público en general tal vez en julio o agosto de 1945. Hay que recordar que el 16 de julio estalló la primera bomba atómica en Nuevo México E.U.A. y las dos siguientes el 6 y 11 de agosto en Hiroshima y Nagasaki del Japón respectivamente¹. La humanidad entera despertó a una nueva realidad, la energía nuclear, en una de sus expresiones más pavorosas y nefastas. El evento sacudió a todo el mundo en forma análoga a como lo hiciera en tiempos remotos el descubrimiento de producir el fuego por medio del frotamiento de dos pedazos de madera o de dos trozos de pedernal². Se confunde este último evento con la figura mitológica de Prometeo, hijo del titán Yapeto y de Climena, hermano de Atlas, Menoccio y de Epitneteo. Se le dió a Prometeo el carácter de bienechor de los hombres en contra de Júpiter. No hay que perder de vista que el fuego puede desencadenar con furia, destrucción y angustia, pero que por otra parte su empleo diligente conduce al bienestar. Lo mismo se puede decir de la energía nuclear. Ella posee cualidades bienechoras sin límites en manos diestras, dirigidas por mentes claras y bien intencionadas. Por otra parte, al igual que el fuego, puede desencadenar el horror y la desesperación. Al médico le compete conocer todos estos aspectos y aguzar todas sus capacidades para manejar en provecho de la humanidad los dones que brinda la ciencia nu-

* Subdirector del Laboratorio de Investigación en Protección Radiológica de la Comisión Nacional de Energía Nuclear en el Hospital General de la Ciudad de México.

clear y de devolver la salud o todos aquellos que hayan sufrido de alguno de los efectos nocivos provenientes de esta modalidad de energía.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

El concepto general de la estructura atómica puede ser remontado a unos 2,500 años atrás, a los antiguos filósofos griegos y aún hindúes. Son considerados en el siglo V. A. C. Leucipo y su alumno Demócrito, fundadores de la escuela atomística³. Sus enseñanzas consistían en aceptar todas las cosas materiales como constituídas de pequeñas unidades individuales, los átomos.

En 1808 adquiere cuerpo y forma nuevamente la idea antigua con John Dalton en su: "New System of Chemical Philosophy" con evidencia experimental. Dalton crea los conceptos de: la ley de la conservación de la materia, la ley de las proporciones definidas, la ley de las proporciones múltiples y la ley de las proporciones recíprocas⁴. Estos conceptos se desarrollaron y complementaron durante el siglo XIX, pero siempre con la idea fundamental de pequeñas unidades indivisibles.

La siguiente fecha memorable, 1896, corresponde a un hecho fortuito, al descubrir Henri Antoine Becquerel la radiactividad del uranio y con esto, la desintegración atómica. Corresponde a esta fecha genuinamente el momento del nacimiento de los conocimientos para la humanidad que efectivamente caracterizan la era atómica o dicho en forma más clara, la era del aprovechamiento de la energía que se libera al desintegrarse un átomo. A partir de entonces, se multiplican los estudios y avances, destacando figuras tan excelsas como: los esposos Curie, Albert Einstein, Ernest Rutherford, C. T. R. Wilson, Niels Bohr y otros muchos. En 1932 inventa E. O. Lawrence el ciclotrón y en 1934 descubren F. Joliot e I. Curie la radiactividad inducida en elementos ligeros.

Así y dando grandes saltos, por no poder relatar con detalle cada uno de los acontecimientos aquí, se llega a otra fecha memorable, 1942, cuando Enrico Fermi y todo un conjunto de hombres de ciencia muy destacados logran hacer funcionar un reactor nuclear. Con esto comienza la era de abastecimiento mundial e ilimitado de elementos radiactivos en forma bastante económica. En otras palabras se inicia la era comercial para los radioisótopos. Actualmente se conocen más de ... 1,200 isótopos, de los cuales más de 900 son radiactivos. Hasta abril de 1955 por ejemplo se habían hecho ya más de 43,000 embarques de

isótopos radiactivos por la Atomic Energy Commission de los E.U.A.⁵. Con mucho son las instituciones médicas y los médicos los principales consumidores.

Los eventos científicos relacionados con el empleo de radioisótopos en el mundo entero son cada vez más frecuentes y de mayor importancia. Solamente se citan dos de estos acontecimientos por su naturaleza relevante, llevados a cabo en la Ciudad de México en la presente década. En noviembre y diciembre de 1961 se celebró la "Conferencia Internacional sobre Empleo de Radioisótopos en Biología Animal y en Ciencias Médicas, con la concurrencia de 167 expertos de treinta y dos países y de dos organizaciones internacionales⁶. Se presentaron 61 trabajos. En abril de 1962 se celebró también en la capital Azteca el "Cuarto Simposio Interamericano sobre la Aplicación Pacífica de la Energía Nuclear" con la asistencia de 250 hombres de ciencia de países americanos y cinco organizaciones internacionales, presentándose 67 trabajos⁷. Esto dará idea en forma sucinta y seguramente incompleta del singular desarrollo, casi explosivo, que han adquirido los aspectos científicos que aquí se abordan.

ASPECTOS DE LA ENERGÍA NUCLEAR QUE LE INTERESAN AL MÉDICO.

No puede ya ignorar el médico la existencia de todo un conjunto de nuevos medios al servicio del progreso. La importancia que han adquirido las ciencias nucleares en la actualidad hacen que su presencia se haga sentir en cada una de las ramas de la medicina, por pequeña que esta sea. A grandes rasgos y sin entrar en detalle, puede enunciarse con los siguientes encabezados lo que el médico debe de conocer de los átomos, las partículas subatómicas, radiaciones y energía nuclear:

- I. Conocimiento amplio de los aspectos de física de la ciencia atómica.
- II. Peligros de las radiaciones y efectos biológicos de ellas.
- III. Forma de protegerse contra los peligros de las radiaciones.
- IV. Tratamiento de los expuestos a radiaciones ionizantes.
- V. Empleo de los radionúclidos en medicina.
- VI. Usos terapéuticos de las lesiones por irradiación.

Se abordarán en esta exposición, por necesidad breve, algunos de estos puntos fundamentales en forma panorámica.

PELIGROS DE LAS RADIACIONES.

Este capítulo es antiguo para el médico. El empleo de los rayos X y del radio hace tiempo ya ha sido fuente de conocimientos por experiencias afortunadas y desafortunadas⁸.

En este lugar y con fines más bien ilustrativos se pasa revista a un aspecto menos conocido: a algunos puntos del resultado de una reunión celebrada en Ginebra en octubre de 1960 bajo patrocinio de la OIEA y por la OMS, estudiándose el diagnóstico y tratamiento de traumatismos radiológicos accidentales recientes⁹. También se menciona un accidente por irradiación acontecido en la ciudad de México y del cual tuvo conocimiento la Comisión Nacional de Energía Nuclear en 1962.

En la reunión a la que se hace alusión arriba, se describieron seis accidentes: uno en la base militar de Lockport (Nueva York), otro en la fábrica experimental Y-12 de Oak Ridge (Tennessee), tres en el Laboratorio Científico de Los Alamos (E.U.A.), y el de Vinya (Yugoeslavia).

La exposición más intensa tuvo lugar en el tercer accidente de Los Alamos, acaecido en un reactor. La dosis calculada fue de $1,5 \times 10^7$ fisiones. El accidentado al principio se encontraba atáxico y desorientado. A las cinco horas habían desaparecido los linfocitos prácticamente de la sangre, que se consideró como un signo pronóstico de gravedad. A los tres días acaeció la defunción. Es notorio que el estado clínico era relativamente satisfactorio hasta unas 30 horas después del accidente, empeorando bruscamente. La dosis en la pared anterior del tórax fue según parece hasta de 12,000 rad.

El accidente de Lockport fué interesante por acontecer durante la sustitución de un tubo emisor de radar defectuoso. El individuo más gravemente lesionado había recibido hasta 1,200-1,500 r en algunas zonas del cuerpo, sobre todo en el lado derecho de la cabeza y en la axila y brazo derechos. Esta persona escapó con vida, habiendo desaparecido a los 4 meses de la exposición incluso todas las anomalías hematológicas.

En el accidente de Vinya las dosis recibidas por cinco de los seis hombres expuestos variaron entre 323 y 436 rad. (El sexto recibió menos). Los accidentados fueron trasladados para observación y tratamiento al Hospital Curie de París, donde se les asiló en condiciones de asepsia y antisepsia estrictas y de reposo completo. El más grave de los accidentados no respondió a la transfusión de tejido hematopoyético

fetal, tomado del bazo y del hígado de un niño a los pocos minutos del nacimiento, por lo que fué sometido a transplantes de médula ósea de adulto. A pesar de que aumentaron los recuentos globulares, se agravaron las complicaciones intestinales, pulmonares y renales que finalmente ocasionaron su muerte. Los demás pacientes, tres meses después de haber recibido médula ósea fueron trasladados en condiciones satisfactorias a Belgrado. Dos de los hombres tenían azoospermia o hipospermia.

El día 18 de agosto de 1962, tuvo conocimiento la Comisión Nacional de Energía Nuclear de México de que una familia había sido expuesta a los efectos de la radiación de una cápsula de Co-60. El reporte definitivo y oficial no ha sido dado aún. La dosis recibida por los expuestos, muy elevada, del orden de 3,000 a 4,700 r aproximadamente, acabó con la vida de 4 personas.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.

Quedan fuera del alcance de este artículo las consideraciones en cualquier forma detalladas sobre las medidas de protección radiológica que se deben de adoptar en cualquier sitio donde existen rayos X o radiaciones ionizantes de cualquier otra fuente. En realidad se adoptan medidas precautorias de manejo. Estas son: blindaje de las fuentes radiactivas, el factor distancia y el factor tiempo. Para el blindaje se emplean materiales densos, como el plomo. A mayor distancia, menor será la exposición. A menor tiempo de exposición también será menor la irradiación.

Las medidas de control se refieren al empleo de electrómetros, placas dosimétricas, estudios médicos, etc.

EMPLEO DE LOS RADIOISÓTOPOS EN MEDICINA.

Conviene enunciar estas consideraciones bajo los siguientes tres encabezados:

- a. En investigación.
- b. En el diagnóstico.
- c. En terapéutica.

a. En investigación el empleo de los isótopos radiactivos y no radiactivos ha sido amplísimo. El fundamento es marcar sustancias con

estos átomos y más tarde identificarlos nuevamente. Así por ejemplo se han explorado los así llamados espacios metabólicos, velocidades de circulación y estudios bioquímicos empleando átomos marcados. La ventaja adicional estriba en el hecho de que la cuantificación es muy precisa y que se requieren cantidades muy pequeñas, tan pequeñas que incluso escapan a las posibilidades de determinación de una balanza de precisión.

b. Los laboratorios que emplean radioisótopos para fines diagnósticos han consagrado toda una serie de pruebas que en la actualidad pueden ser consideradas en su mayoría como rutinarias. Se exploran casi todos los aparatos y sistemas mediante el empleo de isótopos radiactivos. Destacan los estudios funcionales de la glándula tiroidea. En ella se practican estudios de fijación de yodo radiactivo, se valora cuantitativamente la cantidad de hormona que se secreta y se visualiza el material radiactivo que se ha fijado en la glándula tiroidea mediante un procedimiento denominado gamagrama o scintigamagrama que permite apreciar su tamaño, forma y grado de fijación en diversas partes; lo que es muy útil en el diagnóstico de adenomas tóxicos o de procesos neoplásicos malignos. Este método se ha utilizado también en el hígado, para los así llamados hepatogramas o hepatogamas, en el riñón¹⁰, páncreas, cerebro (para localización de tumores), etc. Se efectúan estudios funcionales de otros órganos con sustancias marcadas, destacando los renogramas o radiorenogramas^{11, 12}, que permiten apreciar muchos hechos funcionales en forma rápida, en cada lado por separado y sin gran dificultad con equipo y personal adecuado.

Para el cirujano reviste extraordinaria importancia la determinación del volumen sanguíneo pre, trans y postoperatorio, factible en la actualidad con equipo y personal adecuado.

Para el cardiólogo resulta importante el estudio del volumen minuto-cardíaco, pudiéndose determinar además el grado de vaciamiento de los ventrículos por separado, así como la determinación del volumen sanguíneo pulmonar.

Para el gastroenterólogo existen estudios interesantes que permiten cuantificar la absorción de las grasas e indirectamente la función pancreática.

Al hematólogo se le puede informar sobre la vida media de un eritrocito, dato muy importante sobre todo en ciertas formas de anemia.

En fin, el estudio detallado de todo este conjunto de pruebas ya

consagradas, requeriría consideraciones especiales por lo que aquí tampoco se entrará en mayor detalle.

c. En terapéutica también los materiales radiactivos han encontrado extensas aplicaciones, sobre todo en el campo del tratamiento de tumores malignos mediante ellos. Han encontrado aplicación en las ya muy conocidas bombas de cobalto o cesio como fuentes de radiación externa, pero también para el tratamiento de la policitemia vera administrándose por vía parenteral. En algunos campos de la oncología se han obtenido resultados muy alentadores, como por ejemplo en el tratamiento de algunos tumores tiroideos, aún donde otros medios ya no ofrecían esperanza alguna. Otro tanto se puede decir del tratamiento de las tirotoxicosis donde la cirugía está contraindicada y donde los demás medios terapéuticos no han dado los resultados esperados. Los radiocoloides han sido muy útiles administrados por vía intraperitoneal o intrapleural en algunos derrames de origen canceroso.

USOS TERAPÉUTICOS DE LAS LESIONES POR IRRADIACIÓN.

En fechas recientes se han expuesto pacientes a irradiación general para disminuir las defensas inmunológicas de su organismo, para hacer posible el transplante de un órgano homólogo, método recientemente ensayado en sujetos con nefropatías⁹. Se logró así en E.U.A. transplantar un riñón de un hermano gemelo dicigótico, irradiado previamente el receptor. En Francia también se han hecho transplantes de este tipo con resultados satisfactorios.

En el caso de leucemias se ha tratado de destruir la función hematopoyética por irradiación, restaurándola ulteriormente con transfusiones de médula ósea. Este tipo de estudios siguen adelante, procurando encontrar nuevos senderos para tratar enfermedades gravísimas y hacen nacer nuevas esperanzas.

RESUMEN.

Se exponen en forma breve y panorámica algunos de los aspectos que le interesan conocer al médico en la actualidad. Tras una breve reseña histórica se tratan hechos sobresalientes de temas como lo son: aspectos de la energía nuclear que le interesan al médico, peligros de las radiaciones, protección radiológica, empleo de los radioisótopos en medicina y usos terapéuticos de las lesiones por irradiación.

No se hacen consideraciones técnicas precisas que tendrán que ser objeto de artículos específicos más detallados.

REFERENCIAS.

1. Quimby, E., Feitelberg, S.: *Radioactive Isotopes in clinical practice*. Lea & Febiger. 1958.
2. Diccionario Enciclopédico. Hispano-Americano. Tomo XVII.
3. Glasstone, S.: *Sourcebook of Atomic Energy*. D. Van Nostrand Company, Inc. 1958.
4. Kaplan, I.: *Nuclear physics*. Addison-Wesley Publishing C. Inc. Tercera impresión. 1956.
5. Hahn, P.: *Therapeutic use of artificial radioisotopes*. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1956.
6. *Use of radioisotopes in animal biology and the medical sciences. Proceedings of a conference held in Mexico City, 21 Nov.-1 Dec. 1961*. Academic Press. Losdon. New York, 1962.
7. *4th Interamerican symposium on the peaceful application of nuclear energy*. Mexico City, april 9-13, 1962. Pan American Union-Washington, D. C., 1962. General Secretariat, Organization of American States.
8. *Crónica de la OMS*. Vol. 14, No. 10. Octubre de 1960.
9. *Crónica de la OMS*. Vol. 15, No. 12. Diciembre de 1961.
10. Winter, C.: *Radioisotope renography*. The Williams & Wilkiss Co. Baltimore. 1963.
11. Eberstadt, P., Díaz Perches, R., González del A. V.: *Importancia del radio-renograma en el carcinoma cervicouterino*. Boletín de la Asociación Mexicana de Físicos de Hospital. Vol. I. No. 3. 1962.
12. García Irigoyen, C., Eberstadt, P.: *El radiorenograma en pediatría*. Revista médica del Hospital General. Vol. XXVI. Abril, 1963.