

# EFECTOS DE LAS RADIACIONES EN EL SISTEMA NERVIOSO

Recientemente se ha hecho un descubrimiento muy importante en radiobiología. Hasta hace muy poco se creía que los tejidos del sistema nervioso eran muy resistentes a las radiaciones y que sólo se lesionaban si se les sometía a dosis de radiación elevadísimas, pero en los últimos años se ha podido comprobar que el sistema nervioso responde incluso a pequeñas dosis de radiación y que con frecuencia esta respuesta se traduce en radiolesiones.

El Sr. Sterling Cole, Director General del OIEA, mencionó este descubrimiento en el discurso que pronunció en la sesión de apertura del Simposio sobre los efectos de las radiaciones ionizantes en el sistema nervioso, convocado por el Organismo del 5 al 9 de junio de 1961 en Viena. El Sr. Cole recordó que el Dr. Peter Alexander, célebre radiobiólogo inglés, había escrito en cierta ocasión al Organismo lo siguiente: "Me han preguntado hace poco si las funciones del cerebro, y en particular los juicios superiores, pueden quedar perjudicadas por dosis del orden de 50 a 100 roentgens, pues es posible que en un accidente grave haya personas que queden expuestas a tales dosis. Hasta hace poco yo había descartado sin titubear la posibilidad de que una persona que reciba semejantes dosis quede privada del pleno uso de sus facultades mentales, pero los resultados de las últimas investigaciones ponen en entredicho tal conclusión".

En el Simposio de Viena participaron eminentes radiobiólogos de 20 Estados Miembros del Organismo, que describieron y estudiaron gran parte de estas investigaciones. El Sr. Cole puso muy de relieve la importancia que los descubrimientos anunciados en el Simposio tenían para el establecimiento de normas de seguridad en las operaciones atómicas. La reunión, dijo, brindaba la oportunidad de determinar "si los últimos descubrimientos radiobiológicos obligaban a modificar nuestras ideas sobre las normas de seguridad y protección de la salud".

## Reacción del sistema nervioso a las radiaciones

Los experimentos efectuados para determinar la sensibilidad del sistema nervioso a las radiaciones han revelado algunos hechos interesantes. Como el profesor Otto Hug señaló en un artículo publicado en este Boletín, en el número de abril de 1959, se ha demostrado que muchos invertebrados tienen movimientos reflejos cuando reciben una dosis sorprendentemente pequeña de radiación. Por ejemplo, los caracoles encogen sus cuernos y las almejas cierran las valvas. Entre los insectos, se ha observado que las hormigas dan muestras de viva agitación y se mueven rápida y desordenadamente tratando de huir

de una zona irradiada para refugiarse en otra protegida. En el curso de observaciones realizadas con seres humanos se ha comprobado que incluso pequeñas dosis de radiación producen una hiperexcitabilidad nerviosa, cambios de los reflejos normales y alteraciones de las corrientes eléctricas del cerebro, que pueden medirse con un electroencefalógrafo.

El OIEA ha patrocinado algunos trabajos de investigación en esta esfera. Así, en virtud de uno de sus contratos, el Instituto de Farmacología de la Universidad de Viena ha investigado los efectos de las pequeñas dosis de radiación en las células, en particular en las neuronas. En algunos de los países de mayor adelanto científico se han efectuado muchos trabajos de investigación sobre los efectos de las radiaciones en el sistema nervioso; el Simposio celebrado en Viena en el pasado mes de junio brindó la posibilidad de estudiar detalladamente los resultados obtenidos.

En la primera sesión del Simposio se presentaron varias memorias que trataban de los efectos de la radiación sobre el sistema nervioso periférico, que es la densa red nerviosa que conecta el sistema nervioso cerebroespinal, sistema coordinador, con los órganos que reciben los estímulos sensoriales y con los que obran en respuesta a estos estímulos (en otras palabras, estos nervios transmiten mensajes del sistema nervioso cerebroespinal al periférico y viceversa). Además de las memorias que trataban de estudios determinados, el Sr. R. Brinkman (Países Bajos) presentó un estudio de conjunto consagrado al efecto de las radiaciones ionizantes sobre los receptores nerviosos.

## Sistema nervioso central

El estudio de los efectos de las radiaciones sobre el sistema nervioso cerebroespinal se dividió en cuatro secciones: modificaciones electrofisiológicas, funciones nerviosas superiores y estudios sobre el comportamiento, modificaciones en el embrión en curso de desarrollo, y modificaciones bioquímicas e histoquímicas. En una memoria sobre las modificaciones de las corrientes eléctricas del cerebro provocadas por la irradiación de tumores cerebrales, los Sres. C. H. Hakansson y M. Lindgren (Suecia) indicaron que si bien el tejido del sistema nervioso cerebroespinal es muy resistente a las radiaciones, a menudo se observan trastornos funcionales en la primera fase del tratamiento de los tumores cerebrales con rayos X, lo que parece indicar que el sistema nervioso cerebroespinal reacciona a pequeñas dosis de radiación; también se estudia la naturaleza de estos cambios según se refleja en los electroencefalogramas. Otros hombres de ciencia dieron a

conocer experimentos efectuados en el cerebro y en la médula espinal del gato y del conejo.

Según las observaciones comunicadas por el Sr. Thomas J. Haley (Estados Unidos), al irradiar todo el cuerpo de un gato con 200 ó 400 roentgens de rayos X la actividad eléctrica del cerebro experimenta cambios definidos y específicos en una primera fase durante la que no se puede observar ningún síntoma de lesión neurológica o de radiolesión. Sin embargo, en las irradiaciones crónicas estos cambios van acompañados de síntomas evidentes de radiolesión. Los Sres. Lynn Brown y A. A. McDowell (Estados Unidos) comunicaron sus descubrimientos relativos a las modificaciones de comportamiento (por ejemplo, distraibilidad y menor capacidad de atención) en monos sometidos a la irradiación en laboratorio y en el Nevada Test Site.

El Sr. G. Z. Abdulin (Unión Soviética) describió en una memoria el estudio comparado de la radiosensibilidad de las diferentes partes del cerebro según sus modificaciones funcionales. Según este autor, las radiaciones ionizantes ejercen una acción selectiva sobre las distintas formaciones nerviosas y producen cambios considerables en todas las secciones del cerebro observado. Se presentó un estudio de conjunto sobre los efectos de las radiaciones en el gran simpático, efectuado por el Sr. A. V. Lebedinsky, igualmente de la Unión Soviética.

El Sr. R. Rugh (Estados Unidos) presentó nuevos datos experimentales relativos a la gran radiosensibilidad del cerebro embrionario.

### **¿Respuesta o lesión?**

El Sr. W. O. Caster (Estados Unidos) subrayó la divergencia de opiniones respecto del papel del sistema nervioso cerebroespinal en la aparición de radiolesiones; algunos hombres de ciencia consideran a dicho sistema como una de las partes del cuerpo más resistente a las radiaciones, mientras que para otros es la más sensible. En realidad, como el Dr. Caster explicó, sólo pueden observarse lesiones directas, visibles y permanentes en el sistema nervioso cerebroespinal irradiado con dosis muy elevadas, pero se tiene casi la seguridad de que dicho sistema queda afectado incluso por dosis muy bajas. Después de someter las observaciones a un profundo análisis

técnico, el Dr. Caster demostró, entre otras cosas, que una dosis de radiaciones DL<sub>50</sub> (es decir, una dosis que sería mortal en el 50 por ciento de los casos) provoca en el cerebro ciertos cambios específicos de tipo químico y funcional. Estos y otros efectos dan a entender que "independientemente del aspecto de la radiolesión que se está examinando, es necesario tener presente el papel que el sistema nervioso cerebroespinal puede desempeñar en la aparición de los cambios observados".

Haciendo hincapié en que incluso con dosis muy bajas el sistema nervioso cerebroespinal puede quedar afectado sin que puedan observarse lesiones, el Dr. Caster planteó un problema: ¿cabe distinguir entre "radiolesión" y "respuesta a la radiación" del sistema nervioso cerebroespinal? Hay una gran diferencia entre el sonido que puede recoger el oído y el que puede lesionarlo definitivamente. De igual manera, los cambios de los movimientos reflejos y otros cambios que pueden observarse en los animales sometidos a dosis inferiores a 1 roentgen pueden constituir una "respuesta" y no una lesión propiamente dicha. Con dosis muy elevadas (de 10 000 roentgens y superiores, por ejemplo) pueden observarse lesiones irreversibles. Pero incluso la respuesta a dosis muy pequeñas, aunque no constituya una lesión identificable del propio sistema nervioso cerebroespinal, puede ir acompañada de otras radiolesiones. "La verdad sea dicha", manifestó el Dr. Caster, "la respuesta del sistema nervioso cerebroespinal podría ser a su vez un factor importante y fundamental de la mayor parte de las manifestaciones comunes de las radiolesiones".

En la última sesión del Simposio se examinaron dos memorias consagradas a ciertas hipótesis sobre el mecanismo de la acción de las radiaciones ionizantes en el sistema nervioso.

En el Simposio se presentaron y examinaron 35 memorias. Cada una de sus nueve sesiones estuvo presidida por uno de los siguientes hombres de ciencia: A. Zuppinger (Suiza), O. Hug (República Federal de Alemania), D. Rosen (Reino Unido), C. S. Bachofer (Estados Unidos), J. Lefebvre (Francia), R. Brinkman (Países Bajos), T. J. Haley (Estados Unidos), A. V. Lebedinsky (Unión Soviética), y W. Haymaker (Estados Unidos).