

Viaje de estudios a la Unión Soviética

Por invitación del Comité Estatal para la Utilización de la Energía Atómica de la Unión Soviética del 23 de agosto al 13 de septiembre tuvo lugar en este país un Viaje de estudios sobre dosimetría de las radiaciones en medicina y biología. Participaron en el mismo 28 científicos — médicos, físicos y biólogos — de 28 países en desarrollo.

El grupo visitó 12 institutos en cinco ciudades, a saber Moscú, Pushino, Leningrado, Tashkent y Kiev. A organizaron el viaje la División de Asistencia Técnica y la Sección de Dosimetría de la División de Ciencias Biológicas del OIEA.

El grupo recibió en todas partes una calurosa acogida y en su extenso programa destacaron animados debates y conferencias bien organizadas.

MOSCU

El viaje empezó en el Departamento de Radiología Médica del Instituto Central de Capacitación Superior de Médicos de Moscú, donde los participantes fueron saludados por el Sr. Afonin, Presidente del Comité Estatal para la Utilización de la Energía Atómica,

Las radiaciones ionizantes han pasado a ser un instrumento eficazísimo en diagnosis y radioterapia. Muchos millares de enfermos de cáncer son tratados diariamente en numerosos departamentos de radioterapia en todo el mundo y creen que los métodos aplicados son los mejores disponibles. El alto nivel de la radioterapia, evidenciado por el aumento considerable del porcentaje de curaciones, se debe en gran medida a las recientes conquistas logradas en las investigaciones radio-biológicas y en dosimetría. Las investigaciones son necesarias para conocer el mecanismo de los efectos de las radiaciones. El conocimiento detallado de los mecanismos que intervienen en la serie de sucesos que empieza con los procesos de absorción física en un átomo o en una molécula de una célula y termina con un efecto determinado de las radiaciones, permite al radioterapeuta determinar no sólo la dosis apropiada total sino también su repartición (fraccionamiento) en el tiempo. En este contexto, dosimetría significa la predeterminación exacta de la dosis administrada y de la distribución, a menudo muy compleja, de la dosis en el cuerpo del paciente. Los métodos modernos de optimación de los planes de tratamiento ayudan al radiofísico de hospitales a conseguir que la masa tumoral sea irradiada en condiciones ideales, es decir, reduciendo al mínimo la exposición de los tejidos sanos circundantes. El empleo de computadoras facilita considerablemente la preparación de planes complejos de tratamiento.

y por el Profesor Kasatkin, Jefe del Departamento de Radiología Médica. El Profesor Kasatkin en su conferencia inaugural hizo una excelente exposición de la organización del Instituto y sus principales campos de actividades, que abarcan todas las ramas de la medicina nuclear (capacitación, investigaciones y aplicaciones clínicas, estudios *in vitro* e *in vivo*), tratamiento de tumores malignos y seguridad radiológica de los pacientes, del personal y de la población. Subrayó la importancia del diagnóstico precoz y los buenos resultados del tratamiento mixto (radiaciones externas en combinación con

quimioterapia y cirugía). El Instituto, que cuenta con 80 cátedras y 75 laboratorios, está muy bien dotado de personal y equipo. En él se construyen aparatos muy especializados, por ejemplo, el AGAT-B un instrumento eficaz para la terapia ginecológica con telecontrol y carga después de la implantación, provisto de un dispositivo neumático.

En el Instituto de Investigaciones Oncológicas los participantes en el viaje de estudios se interesaron sobre todo por las actividades del mismo en la esfera de la protonterapia. En su conferencia, el Profesor Goldin señaló que en la Unión Soviética la utilización de haces protónicos con fines médicos y biológicos tiene lugar en dos institutos, el Laboratorio de Problemas Nucleares del Instituto Central de Investigaciones Nucleares (ICIN) de Dubna, y el Instituto de Física Teórica y Experimental (IFTE) del Comité Estatal para la Utilización de la Energía Atómica, de Moscú. El acelerador del ICIN comunica a los protones energías comprendidas entre 90 y 200 MeV (la energía inicial es de 680 MeV). El haz está formado por impulsos de $160 \mu\text{s}$ de duración, separados por intervalos de 8 ms. La intensidad del haz es de 9.10^8 protones por segundo, la intensidad de la dosis en el pico de Bragg es de 200 rads/min. El haz protónico clínico del IFTE, de una energía de hasta 200 MeV, procede del sincrotrón protónico de fuerte convergencia focal, de 7,2 GeV, que tiene dicho instituto y que antes sólo se empleaba para experimentos físicos. La intensidad del haz externo es de 10^{11} protones por impulso, siendo los intervalos entre los impulsos de $4 \mu\text{s}$. La intensidad de la dosis es de varios miles de rads/min. La intensidad del haz protónico durante la irradiación se mide con un detector de corriente. La distribución espacial de la dosis se ha estudiado por dosimetría termoluminiscente y métodos fotográficos. Más de 200 enfermos de cáncer del pulmón, esófago, lengua, cuello uterino y útero han sido tratados con protones. Sin embargo, es demasiado temprano para efectuar una valoración comparativa entre el porcentaje de curaciones conseguido con los protones y el logrado con las radiaciones de tipo tradicional.

PUSHINO

Los participantes visitaron el Instituto de Investigaciones Biofísicas de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética, situado en Pushino. Sus actividades de investigación abarcan una gran variedad de temas en la vanguardia de la ciencia: Estudios de biofísica (estructuras moleculares, biología micromolecular, estructura de las proteínas de los ácidos nucleicos, sistemas polienzimáticos, potenciales de membranas, etc.); radiobiología (fundamentos de los daños inducidos por las radiaciones y su reparación, estudios de la eficacia biológica relativa); procesos biológicos (principios de control, fotosíntesis, citogenética, actividad enzimática y procesos metabólicos); estudios agronómicos y de química de los suelos; automatización de las investigaciones biológicas (introducción de sistemas basados en computadoras, realización de equipo, modelos matemáticos de ciertas teorías y conceptos); características físicas, químicas y biológicas de la memoria. Los participantes recorrieron el centro de computadoras y varios laboratorios. En dicho centro se tratan los datos espectroscópicos obtenidos por estudios de resonancia del espín electrónico y de resonancia paramagnética de diferentes moléculas de interés biológico. Se ha elaborado y demostrado un sistema especial de cariotipificación de los cromosomas humanos. Este nuevo método permite obtener una imagen de cada cromosoma en un oscilógrafo y su impresión. El tema de otro programa es el establecimiento de modelos matemáticos para las fibrilaciones musculares.

Un laboratorio efectúa estudios experimentales sobre la acción biológica de las partículas de alta energía. Los resultados se utilizan esencialmente para los vuelos espaciales. Se indicó que ciertos efectos de las radiaciones observados durante los vuelos espaciales no se repiten en condiciones simuladas en la tierra. Las dosis necesarias en el espacio para producir ciertos efectos genéticos son muchos órdenes de magnitud menores que en las

condiciones simuladas en laboratorio empleando protones de 70 GeV. Se cree que las partículas secundarias producidas por los protones de alta energía en el espacio son la causa de la eficacia biológica relativa extremadamente alta observada. En este aspecto es interesante señalar que todos los radiobiólogos soviéticos con los que el grupo habló creían que la relación dosis-efecto era lineal en la región de dosis bajas (es decir, que no hay un valor umbral de la dosis).

MOSCU

En el Instituto de Investigaciones Röntgenológicas y Radiológicas de Moscú, el Profesor Krongaus mostró al grupo el Departamento de Dosimetría. Este Departamento posee un laboratorio de dosimetría primario en el que se calibran y controlan los dosímetros de los diez laboratorios secundarios existentes en la Unión Soviética. El equipo de patrones está constituido por una cámara normal de ionización en aire, que mide la exposición a los rayos X entre 50 y 200 keV, con una exactitud de $\pm 2\%$. El laboratorio posee también cámaras normales de ionización para rayos X blandos (5 a 25 keV, exactitud de $\pm 3\%$) y para rayos gamma del ^{60}Co . La comparación con los valores medidos por el Laboratorio de Dosimetría del OIEA en el marco de un programa de intercomparación postal de dosis gamma del ^{60}Co muestra que el margen de discrepancia es sólo del 1%

El Departamento de Radioterapia ha elaborado un sistema de planificación del tratamiento muy eficaz. Los datos de entrada se comunican a una computadora poniendo alfileres de distinto color en una matriz rectangular, con lo que se delinea el contorno del tumor y se perfilan otros datos interesantes en la matriz. El radioterapeuta puede hacer variar fácilmente algunos parámetros hasta que obtiene una distribución adecuada de la dosis observable en un osciloscopio. Por último, una máquina de escribir imprime la distribución de la dosis. Para efectuar todo el cálculo se necesitan unos 20 minutos por paciente.

LENINGRADO

En Leningrado el grupo visitó el Instituto de Investigaciones sobre Higiene Radiológica. El Instituto fue creado en 1956 para estudiar los problemas resultantes del empleo de las radiaciones ionizantes y de la energía nuclear en distintas ramas de la ciencia y de la economía. Sus principales actividades siguen tres direcciones: dosimetría, radiobiología y protección radiológica. En una de las excelentes conferencias pronunciadas se indicó que el número de exámenes radiológicos realizados en la Unión Soviética es tan elevado que su contribución a la exposición de la población es comparable a la de la radiación de fondo natural. Como hay pruebas de que incluso dosis muy bajas pueden causar efectos biológicos, la consecuencia es que, en lo posible, se debe reducir el número de exámenes radiológicos.

Entre las diversas formas de empleo de las radiaciones ionizantes en medicina, las aplicaciones de los radionúclidos son las que aumentan más rápidamente y, por tanto, se prevé que en un futuro próximo éstos serán la fuente más común de radiaciones para el hombre. Por esta razón, las organizaciones internacionales procuran reglamentar las investigaciones radioisotópicas a fin de proteger a los pacientes.

En la Unión Soviética esta reglamentación ha corrido a cargo del personal del Instituto. Es aplicable a todo el país y tiene fuerza de ley. Trata de conseguir un equilibrio entre la necesidad de los exámenes y la de reducir al mínimo posible la dosis de irradiación. El documento, que se basa en las recomendaciones que figuran en las publicaciones 9 y 10 de la CIPR toma en consideración los siguientes factores: riesgos de efectos directos de las radiaciones; riesgos de efectos retardados de las radiaciones; riesgos de efectos teratogénicos durante el embarazo; riesgos de efectos genéticos.

Las normas están divididas en tres categorías según las clases de pacientes; pacientes afectados por una enfermedad oncológica o que se sospecha que lo estén; pacientes que necesitan un examen por razones clínicas, pero que no sufren una enfermedad oncológica ni se sospecha que la sufran; pacientes sometidos a exámenes profilácticos o a exámenes por razones científicas.

En el Laboratorio de Biofísica del Instituto Central de Investigaciones Röntgenológicas y Radiológicas, el Profesor Alexandrov pronunció una conferencia sobre sus estudios acerca de la patogénesis de los efectos retardados de las radiaciones, en particular, la disminución de la esperanza de vida, después de una irradiación de todo el cuerpo. Los estudios se efectúan midiendo la fluorescencia de los aminoácidos de las células humanas después de la irradiación. Este efecto es independiente de la intensidad de la dosis y puede observarse sin atenuación apreciable durante muchos años. Se cree que la investigación de este efecto físico permitirá aclarar algo el mecanismo de los efectos genéticos en las células somáticas.

En el Laboratorio de Farmacología el Profesor Rusanov expuso los resultados de las investigaciones sobre las sustancias proxifeína y etaden, derivados químicos de la cafeína, que se utilizan contra las radiolesiones en el tratamiento experimental del cáncer de animales.

TASHKENT

Después de un vuelo de más de 5 000 kilómetros, el viaje de estudios prosiguió en el Instituto de Oncología de la República Socialista Soviética de Uzbekia, en Tashkent. Este moderno instituto, fundado en 1958, posee una plantilla de 500 trabajadores científicos, cuatro de ellos profesores de la Universidad local. Su principal actividad es la epidemiología de las enfermedades malignas y la elaboración de métodos óptimos de tratamiento. En esta región de la Unión Soviética están muy extendidas las enfermedades malignas del esófago, siendo la población nativa la más afectada por ellas. Parece haber pruebas de que ciertos alimentos picantes preferidos por la población nativa son la causa de la enfermedad. Se han obtenidos buenos resultados terapéuticos mediante el empleo combinado de las radiaciones y de ciertos medicamentos químicos de efecto hematopoyético. Los participantes en el viaje de estudios quedaron muy impresionados por el equipo moderno utilizado en este instituto.

KIEV

Por último, el grupo visitó el Instituto de Oncología de Kiev. Antes de 1971 era un pequeño instituto y desde entonces ha sido ampliado considerablemente, siendo hoy día el más importante de la República de Ucrania (1 200 empleados, de ellos 100 científicos). Además de una gran fuente de ^{60}Co , se utilizan en el tratamiento un acelerador lineal, construido en el propio instituto, de electrones de 5 MeV, y un betatrón de 25 MeV. El acelerador lineal puede girar en un ángulo de 120 grados a ambos lados, y la intensidad de exposición alcanzada es de unos 150 R/min, para una distancia piel-fuente de 117 cm y una energía eficaz de 1,5 MeV. Para la planificación del tratamiento no se usan computadoras en los trabajos cotidianos corrientes. En cambio, el físico del instituto ha elaborado un método de cálculo manual sencillo pero ingenioso que sirve para trazar los gráficos de las dosis en profundidad. Si bien empleando los métodos tradicionales de cálculo manual se requieren uno o dos días de trabajo, el nuevo método permite trazar un gráfico de las dosis en profundidad en una o dos horas, lo que demuestra la posibilidad de conseguir progresos científicos sin equipo técnico muy complicado.