

# Los radioisótopos al servicio del hombre

## Medicina y biología

---

Por Ralph M. Kniseley

El presente año marca el 40° aniversario de la primera vez que se emplearon radioisótopos producidos por el hombre para fines médicos. En 1934, el primer ciclotrón que funcionó en la Universidad de California había producido pequeñas cantidades de fósforo, yodo y sodio radiactivos; pero el empleo de los radioisótopos no se generalizó hasta después de la Segunda Guerra Mundial, cuando los reactores nucleares comenzaron a producir grandes cantidades de los mismos y surgieron nuevos detectores y equipo electrónico para medir la intensidad de las radiaciones que emiten.

El empleo de los isótopos en biología y medicina se basa en las propiedades singulares de la desintegración radiactiva, en virtud de la cual se libera energía en forma de partículas nucleares, como son los electrones, o de radiaciones electromagnéticas como los rayos gamma. Gracias a que esta emisión puede detectarse con gran sensibilidad y medirse con precisión, es posible administrar cantidades muy pequeñas, inofensivas, bien para delinear el perfil de órganos o tumores, o bien para medir funciones orgánicas o procesos metabólicos celulares. Ha de tenerse siempre en cuenta la capacidad destructora de esta energía emitida, por lo que es preciso mantener las dosis a niveles reducidos e ino cuos. Ahora bien, si se desea, esta misma energía puede utilizarse con fines destructivos.

*Entre los objetivos del Organismo Internacional de Energía Atómica, definidos en su Estatuto, figura «acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero». El Organismo tiene una División de Ciencias Biológicas que se encarga de fomentar el progreso de las aplicaciones médicas que, una vez estandarizadas, pasan, siempre que es posible, a su organización hermana en el sistema de las Naciones Unidas: la Organización Mundial de la Salud. Las actividades del Organismo comprenden la adjudicación de contratos de investigación, de modesta cuantía, y de becas para titulados de los países en desarrollo. Además, organiza cursos de capacitación en temas relacionados con el empleo de los radioisótopos en medicina, y facilita expertos técnicos a petición de Estados Miembros en desarrollo.*

### EMPLEO DE TRAZADORES EN BIOLOGIA

Tanto los biólogos como los médicos modernos consideran que los elementos radiactivos constituyen un instrumento indispensable en sus laboratorios, de uso casi tan ordinario como el microscopio o la balanza de precisión.

El biólogo utiliza compuestos marcados en experimentos que revelan cómo y por qué trabajan las células o sus partes submicroscópicas, o para comprender de qué manera los aminoácidos, las grasas, los hidratos de carbono, las vitaminas, las hormonas, etc., son empleados por el organismo. Puede también servirse de ellos para averiguar de qué

manera los fármacos combaten una infección, corrigen el mal funcionamiento de un órgano, o calman el dolor. La falta de espacio sólo permitirá citar unos pocos ejemplos.

Consideremos por caso la cantidad cada vez mayor de mercurio que se encuentra en los últimos años en todo el mundo — en el aire, en el agua y en suelo. Este metal se utiliza en la fabricación del papel, en fungicidas, en fármacos y en numerosas otras aplicaciones. ¿Cuál es la sensibilidad relativa de los fetos humanos o de aquellos de los animales domésticos a sus efectos tóxicos? Un grupo de científicos ha aportado recientemente algunas respuestas a esta cuestión. Después de inyectar un radioisótopo del mercurio (mercurio-203) a ratas en estado de gestación, se comprueba que los cerebros de los fetos acumulan mercurio en concentraciones considerablemente mayores que el cerebro de la madre. Por lo tanto, el mercurio atraviesa la barrera placental y el riesgo de lesiones cerebrales es mayor en el feto que en los adultos.

O bien tomemos el tritio (hidrógeno-3), la forma radiactiva del hidrógeno. El tritio se emplea mucho como marcador en estudios biológicos. La síntesis del ADN, uno de los procesos químicos más importantes en la reproducción celular, se analiza en función de la timidina tritiada utilizada, una de las sustancias precursoras del ADN. Los aminoácidos radiactivos, marcados con tritio o carbono-14, se emplean con frecuencia y con buen resultado para medir la síntesis de las proteínas.

Como otro ejemplo del empleo de los radioisótopos en los laboratorios de biología podemos mencionar el análisis de la eritropoietina. Esta sustancia, que estimula la producción de glóbulos rojos, puede extraerse de la orina, ya que es elaborada en los riñones. Aunque no es posible aún medirla por métodos químicos, hoy en día es bastante corriente valorarla biológicamente en ratones utilizando el radioisótopo hierro-59. Una pequeña dosis de ensayo de hierro-59 administrada a ratones tratados con la muestra a valorar proporciona una medida de su contenido de eritropoietina en función del hierro-59 incorporado en los glóbulos rojos.

También en la investigación clínica se utiliza ampliamente el hierro radiactivo. El OIEA, en un programa que desarrolla en cooperación con la OMS, está terminando un proyecto de investigación en el que se utiliza hierro-59 para estudiar un problema de nutrición muy común en todo el mundo: la deficiencia en hierro. Se producen alimentos tanto de origen animal como vegetal marcados con hierro radiactivo. Seguidamente, se administran tales alimentos a voluntarios en diversos regímenes dietéticos. El estudio ha revelado que el ser humano, al parecer, absorbe el hierro con más facilidad a partir de algunos alimentos que de otros. Ahora es preciso encontrar los medios para aumentar la cantidad de hierro asimilable contenida en la dieta.

Recientemente se ha tratado de descubrir la razón por la que ciertas mujeres que toman anticonceptivos combinados por vía oral presentan una menor tolerancia a la glucosa, es decir, muestran síntomas de diabetes. Administrando a ratas glucosa marcada con carbono-14, después de tratadas con norethindrol o mestranol, se comprobó que, de estos dos fármacos, el norethindrol parece ser el que reduce la tolerancia a la glucosa así como su metabolismo en los tejidos.

Los ejemplos citados constituyen sólo una mera indicación de las múltiples formas en que los radioisótopos son de utilidad para los biólogos que buscan respuesta a importantes cuestiones relativas a los procesos vitales.

También merece más que una breve mención el análisis por activación como instrumento en biología. Puede efectuarse la determinación de una serie de elementos bombardeando con neutrones en un reactor y midiendo las radiaciones emitidas por los radioisótopos generados durante el proceso. Por ejemplo, los laboratorios del OIEA en Seibersdorf tienen acceso a un reactor y, gracias a ello, pueden facilitar servicios analíticos de esta clase.

Este tipo de análisis se está aplicando actualmente en un programa coordinado OMS/OIEA de investigaciones sobre el papel que representan los oligoelementos en las afecciones cardiovasculares, en búsqueda de soluciones para este mal tan extendido en todo el mundo.

## APLICACIONES EN DIAGNOSTICO CLINICO

En casi todas las especialidades de la medicina se encuentran radiofármacos de aplicación en un problema u otro de diagnóstico. En algunos casos los ensayos en que se emplean son procedimientos de diagnóstico diferencial casi tan corrientes como un recuento globular; en otros, pueden constituir procedimientos complementarios. Cabe destacar que entonces lo interesante es por lo regular el compuesto marcado y no el elemento radiactivo con que se marcó. Por ejemplo, cuando se emplea cianocobalamina (vitamina B-12) marcada con un radioisótopo del cobalto, lo que trata de estudiarse no es el metabolismo del cobalto metálico, sino el de la propia vitamina.

## ENSAYOS IN VITRO

Ofrece especial interés la aparición en la química clínica de los ensayos in vitro con radioisótopos, que han alterado considerablemente la naturaleza de esta especialidad de laboratorio. Estos ensayos tienen especial atractivo, no sólo por su gran exactitud y ensibilidad, sino también por la ventaja de que el propio paciente no queda expuesto a las radiaciones. El procedimiento en general, que tiene múltiples variantes, se denomina de diversas maneras. Se toma sangre de una vena del enfermo, y el plasma o suero sanguíneo se separa de las células. En un ensayo, se hace que una cantidad medida interaccione con un agente ligante específico y se equilibra con una cantidad conocida del compuesto que desea medirse, marcado con un radioisótopo apropiado. Según qué compuesto desee medirse, el agente ligante específico que se emplee podrá ser una proteína natural, un anticuerpo preparado, un antígeno, una enzima o un reactivo. La razón entre la radiactividad fijada y la radiactividad libre permite entonces determinar la cantidad de compuesto presente en el suero sanguíneo del paciente.

De esta manera, un número mucho mayor de médicos tienen acceso a una gran variedad de compuestos que sólo aparecen en pequeñas cantidades y que anteriormente podían analizarse únicamente a costa de elevados gastos y dificultades (**Fig.1**). Hoy día se determinan por este método las hormonas tiroideas, pituitarias, suprarrenales, gonádicas, vitaminas, trazas de elementos y ciertos fármacos, por ejemplo, la digitoxina. Como se trata de procedimientos poco costosos, ofrecen grandes posibilidades a los países en desarrollo, para los que antes resultaban prohibitivos los métodos más complejos. En este sentido, el OIEA, a través de su programa de contratos de investigación, patrocina proyectos en 15 países, especialmente con miras a la intercomparación y la estandarización de técnicas.

## ENSAYOS IN VIVO

Los radioisótopos se emplean también en muchos procedimientos *in vivo*; el radiofármaco inyectado se mide en el organismo del paciente con ayuda de diversos instrumentos detectores, o en muestras de humores corporales o de tejidos. Es costumbre clasificar estos procedimientos en los tres tipos principales siguientes: a) procedimientos de formación de imágenes; b) estudios dinámicos; c) medición de compartimentos y espacios. Desde luego, estas divisiones resultan a veces artificiales y, en realidad, se confunden entre sí.

**FIGURA 1. LISTA PARCIAL DE SUSTANCIAS QUE ACTUALMENTE SE MIDEN POR RADIOINMUNOANÁLISIS\***

| Hormonas peptídicas  | Hormonas no peptídicas | Sustancias no hormonales                             |
|--|------------------------|--|
| Insulina   | Aldosterona            | Factor intrínseco                                    |
| Hormona del crecimiento (GH)                                     | Testosterona           | Digoxina/Digitoxina                                  |
| Hormona adrenocorticotrópica (ACTH)                              | Dihidrotestosterona    | Morfina  |
| Hormona paratiroidea (PTH)                                       | Estradiol              | Monofosfato de adenosina cíclico (cAMP)              |
| Glucagón   | Estrona                | Monofosfato de guanosina cíclico (cGMP)              |
| Hormona estimulante del tiroides (TSH)                           | Estriol                | 5' fosfato de inosina cíclico (cIMP)                 |
| Gonadotropina coriónica humana (HCG)                             | 2-Hidroxiestrone       | Monofosfato de uridina cíclico (cUMP)                |
| Hormona estimulante del folículo (FSH)                           | Prostaglandinas        | Antígeno de la hepatitis B (antígeno Australia, HBA) |
| Somatomammotropina coriónica humana (HCS)                        | Triyodotironina (T3)   | Esterasa C <sub>1</sub>                              |
| Prolactina   | Tiroxina (T4)          | Fructosa 1,6 difosfatasa                             |
| Secretina  | Progesterona           | Antígeno carcinoembrionario (CEA)                    |
| Hormona luteinizante (LH)  | Medroxiprogesterona    | Factor reumatoide                                    |
| Vasopresina  | 17-Hidroxiprogesterona | Inmunoglobulina humana IgG                           |
| Angiotensina   |                        | Acido fólico   |
| Oxitocina  |                        | Neurofisiina   |
| Bradykinina  |                        | Globulina fijadora de la tiroxina (TBG)              |
| Hormona estimulante de los melanocitos $\alpha$ ( $\alpha$ -MSH) |                        |  |
| Hormona estimulante de los melanocitos $\beta$ ( $\beta$ -MSH)   |                        |  |
| Gastrina   |                        |  |
| Calcitonina  |                        |  |
| Péptido C  |                        |  |
| Pancreozimina-colecistoquinina (PZ-CCK)                          |                        |  |

\* Lista parcial de procedimientos de radioinmunoanálisis in vitro; tomado de «Standardization of Radioimmunoassay Procedures», Informe de un Grupo de expertos del OIEA, publicado en J. Applied Radiation & Isotopes 25 (1974), pág. 147.

## PROCEDIMIENTOS DE FORMACION DE IMAGENES

En el comercio pueden adquirirse dispositivos elegantes y costosos que permiten delinear el perfil de los órganos y tejidos del cuerpo humano con ayuda de una serie de radiofármacos. Pueden hacerse visibles casi todos los órganos y tejidos, aunque hay que admitir que no con tanto detalle como en un examen con rayos X. Mediante el empleo de agentes especiales se ha podido incluso hacer visible la diminuta glándula paratiroidea y la pequeña y escondida cápsula suprarrenal, pero estos métodos no se utilizan todavía de un modo regular en clínica.

Una de las aplicaciones más importantes ha sido la localización de tumores. Según de qué órgano se trate, se dispone de uno o más radiofármacos que, en algunos casos, hacen ver un punto negativo o «frío» rodeado por la radiactividad del órgano, o un punto «caliente» de radiactividad concentrada en un tumor. Prácticamente, la obtención de imágenes cerebrales constituye una práctica regular en cualquier estudio neurológico, y la visualización de tumores cancerosos, que se ha extendido al hígado y al tejido óseo, es también un procedimiento que se emplea cotidianamente en cualquier laboratorio de medicina nuclear. Ofrece excelentes perspectivas la aparición de nuevos agentes que son absorbidos con preferencia por diversos tipos de cáncer. El galio-67 en forma de citrato muestra una notable afinidad por algunos tumores linfomatosos, especialmente en la enfermedad de Hodgkin, y también por el cáncer de pulmón (Fig.2). Se precisan todavía agentes más apropiados e instrumentos más refinados, los cuales con toda probabilidad, aparecerán en un futuro próximo.

Gran interés y gran parte de los trabajos se centra en el empleo de computadoras en los procedimientos de formación de imágenes, para reunir y almacenar los datos y tratar éstos con el fin de obtener una imagen óptima. Hay una serie de centros que tienen acuerdos de investigación con el Organismo al objeto de comparar entre sí las técnicas centelleográficas basadas en el empleo de computadoras, labor respecto de la cual el Organismo desempeña una función coordinadora.

## ESTUDIOS DINAMICOS

Esta clase de procedimientos comprenden muchos tipos de estudios muy distintos entre sí, que tienen en común el desarrollo en función del tiempo de la absorción, el metabolismo, la eliminación o la excreción de los radiofármacos administrados. La función de un órgano o la afluencia de sangre a una región, o bien la conversión metabólica de un compuesto de ensayo marcado, pueden comprobarse cuantitativamente a lo largo de segundos, de minutos o incluso de días. Por ejemplo, el flujo sanguíneo a través del corazón o del pulmón se comprueba en el espacio de segundos, la función renal o la hepática se evalúan a lo largo de minutos, mientras que la renovación del calcio en los trastornos óseos se observa durante el curso de varios días. También en este tipo de estudios como en los métodos de formación de imágenes, la ayuda de las computadoras está pasando a ser parte indispensable del proceso de almacenamiento y análisis de los datos, y de los sistemas de visualización.

Recientemente, los trasplantes de riñón se van haciendo cada vez más frecuentes en el caso de personas que sufren de trastornos renales irreversibles. Por desgracia, se pueden producir diversas complicaciones, como la trombosis de un vaso sanguíneo trasplantado, escapes de orina, o bien el rechazo del tejido extraño por el inmunosistema del organismo huésped. La inyección de un radiofármaco marcado con tecnecio-99m o con yodo-131 proporciona un método seguro y económico para vigilar el funcionamiento del nuevo riñón, no sólo durante el período posoperatorio, sino en los meses subsiguientes. En este caso, una cámara de centelleo puede facilitar secuencias de imágenes que es posible interpretar junto con los datos numéricos reunidos durante los 30 a 45 minutos que dura el estudio (Fig.3).

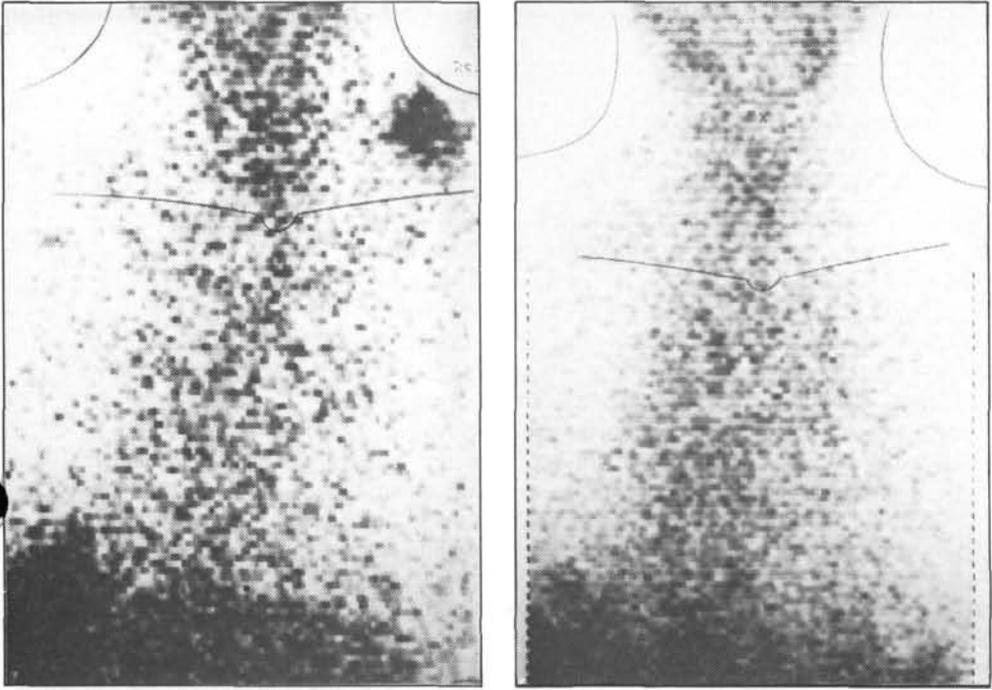
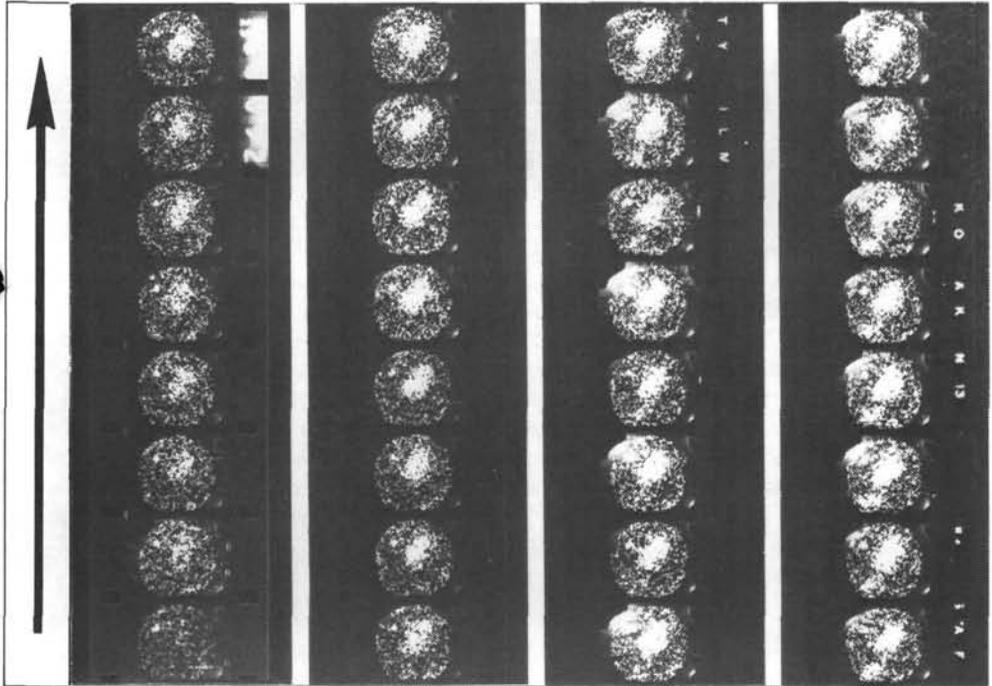


Fig. 2. Exploración con galio-67 antes (izquierda) y después (derecha) de un tratamiento radioterápico profundo con rayos X de la zona izquierda del cuello de un paciente con enfermedad de Hodgkin.

Fig. 3. Estudio funcional de un trasplante de riñón registrado en película cinematográfica.



En el pasado mes de julio, el Organismo patrocinó su segundo Simposio sobre estudios dinámicos con radioisótopos en medicina clínica e investigación, que se celebró en Knoxville (Estados Unidos), y reunió a científicos de la especialidad de muchas partes del mundo. (No ha sido posible incluir un informe en el presente número del Boletín.) El primer Simposio se celebró en 1970 en Rotterdam (Países Bajos).

## COMPARTIMIENTOS Y ESPACIOS

El empleo de los radioisótopos ha permitido un gran avance en la comprensión de los diversos denominados compartimientos, volúmenes o espacios en el cuerpo humano. Se trata de términos teóricos más bien que de simples límites anatómicamente definidos. Constituyen una manera de describir la cantidad de agua, de electrolitos, de proteínas y de otras sustancias que se encuentran en equilibrio entre las regiones intravasculares, extravasculares e intracelulares del organismo. Con una serie de radioisótopos de elementos corrientes, así como con compuestos marcados, es posible medir la magnitud de estos denominados espacios aplicando el principio de la dilución. Por ejemplo, si un paciente ha perdido por hemorragia una cantidad considerable de sangre, o si se le está preparando para una intervención quirúrgica importante, puede ser de gran ayuda para la manera en que se trate al paciente, saber cuál es su volumen de glóbulos rojos. Los valores corrientes de la sangre como son la hemoglobina, el recuento de hematíes y el volumen total de las células compactadas pueden inducir a error al evaluar la cantidad total de hematíes en el sistema circulatorio del paciente. Se toma una pequeña muestra de los hematíes del propio paciente, que se marcan con cromo-51, y se inyecta de nuevo una cantidad medida con exactitud. Entonces, el médico, basándose en la radiactividad presente en la sangre pocos minutos después de haberse mezclado con ella las células marcadas, puede calcular la magnitud total del volumen de hematíes en circulación. Aplicando el mismo principio de la dilución, los médicos pueden medir los espacios sódico y potásico, el agua intracelular y otras sustancias.

## EMPLEO DE FUENTES INTENSAS DE RADIACION EN LA PRACTICA BIOMEDICA

El efecto destructivo o letal de las dosis elevadas de radiación constituye un importante recurso para el cancerólogo. Los radioisótopos suponen un instrumento básico, muy utilizado, que añadir a los aparatos de rayos X y a las fuentes de radio, más convencionales. El cobalto-60, que emite rayos gamma de alta energía y tiene un período de semi-desintegración largo, es el radioisótopo que con más frecuencia se utiliza en la terapia con haces de radiaciones; fuentes intensas, de varios millares de curios de actividad, pueden alojarse en blindajes de plomo. Para obtener una haz de la forma y dimensiones necesarias para un tumor determinado, el radiólogo selecciona un colimador apropiado de entre su colección, y lo enfoca hacia el tumor del paciente durante el número de minutos calculado para administrar la debida fracción diaria de la dosis total de tratamiento. Como la exactitud de estas dosis constituye una cuestión de vida o muerte, el OIEA dedica varios componentes de su programa a ayudar a centros de los Estados Miembros en este aspecto de la radioterapia (Fig.4). En cooperación con la OMS, ofrece un servicio de intercomparación para comprobar y mejorar la exactitud de la radiodosimetría, elevando así la eficacia de la radioterapia. Como complemento de esta actividad, se están montando por regiones o países laboratorios de patrones dosimétricos secundarios que, en su día, asumirán esta labor. También sigue viva la esperanza de conseguir mayores éxitos en la curación del cáncer por radioterapia; las investigaciones radiobiológicas hacen pensar que la radiosensibilidad del cáncer puede acrecentarse por diversos caminos.

Se pueden insertar directamente en los tumores, durante períodos especificados de tiempo, agujas o cápsulas radiactivas, como dispositivos de la denominada braquiterapia, para destruir o someter a control ciertos cánceres, por ejemplo, el cáncer del cuello de la

**FIGURA 4. PROYECTOS DE CAPACITACION REGIONALES E INTERREGIONALES DE CORTA DURACION\***

| <b>Proyecto</b>   | <b>Lugar y fecha</b>   | <b>Número total de participantes</b> | <b>Procedencia de los fondos</b>                   |
|---|--|--------------------------------------|--|
| Curso internacional de capacitación en el empleo de radioisótopos y de radiaciones en entomología   | Gainesville, Florida (Estados Unidos),<br>2 de julio a<br>24 de agosto de 1973           | 18                                   | Programa ordinario y Estados Unidos                |
| Curso interregional de capacitación en el empleo de técnicas a base de trazadores en la industria y en los estudios de contaminación del medio ambiente | Raleigh, Carolina del Norte (Estados Unidos),<br>9 de julio a<br>3 de agosto de 1973     | 21                                   | Programa ordinario y Estados Unidos                |
| Curso internacional de capacitación en los principios teóricos y métodos prácticos de la hidrología isotópica   | Heidelberg (República Federal de Alemania),<br>14 de agosto a<br>14 de diciembre de 1973 | 8                                    | Programa ordinario y República Federal de Alemania |
| Viaje de estudios sobre dosimetría de las radiaciones en medicina y biología  | Unión Soviética,<br>20 de agosto a<br>14 de septiembre de 1973                           | 28                                   | Programa ordinario                                 |
| Curso interregional de capacitación en la conservación y reparación de equipo electrónico nuclear   | Turín (Italia),<br>3 de septiembre a<br>30 de noviembre de 1973                          | 15                                   | PNUD   |
| Curso interregional de capacitación en el empleo de técnicas nucleares en parasitología e inmonología pecuarias   | Zemun (Yugoslavia),<br>1 a 26 de octubre de 1973   | 20                                   | SIDA   |
| Seminario regional sobre el empleo de técnicas isotópicas en el inventario, planificación y desarrollo de recursos hídricos                             | Ciudad de México,<br>12 a<br>23 de noviembre de 1973                                     | 27                                   | PNUD   |
| Curso regional de información y estudio sobre los aspectos técnicos y económicos de los programas de energía nuclear-eléctrica                          | Bangkok,<br>3 a 18 de diciembre de 1973  | 37                                   | SIDA   |

\* Figura 4: del Informe anual 1973-1974 de la División de Ciencias Biológicas del OIEA.

**FIGURA 4 (continuación)**

| Proyecto  | Lugar y fecha   | Número total de participantes | Procedencia de los fondos |
|---|---|-------------------------------|---------------------------|
| Curso interregional de capacitación sobre el empleo de técnicas isotópicas y radiaciones en el estudio de las relaciones suelo-planta | Nueva Delhi, 4 de marzo a 26 de abril de 1974                                     | 13                            | SIDA                      |
| Viaje de estudios sobre utilización de reactores de investigación   | República Democrática Alemana y Unión Soviética, 13 de mayo a 11 de junio de 1974 |                               | Programa ordinario        |

matriz, o el cáncer de la cabeza y del cuello. En determinados casos, este método ofrece ventajas respecto del tratamiento teleterápico, pues se evita la exposición de los tejidos normales sensibles que se encontrarían en la trayectoria del haz.

En un momento se creyó que el empleo de medicamentos radiactivos, por vía oral o parenteral, ofrecía grandes posibilidades para el tratamiento del cáncer. Los médicos esperaban que se encontrasen muchas sustancias radiactivas con tendencia a concentrarse en tumores específicos, sin ser retenidas en otros tejidos normales vitales. El entusiasmo basado en el efecto benéfico observado con el yodo-131 con el que se ha alcanzado gran éxito al combatir glándulas tiroideas hiperactivas y ciertos cánceres activos de tiroides no tiene fundamento. En algunos casos especiales, ha demostrado tener eficacia el fósforo-32, sobre todo para el tratamiento de la policitemia vera y de algunas leucemias; durante algún tiempo, se inyectó oro-198 en las cavidades del organismo o en determinados cánceres, como medida paliativa. Pero hasta hoy no ha surgido ningún adelanto importante en la terapéutica del cáncer por medio de drogas radiactivas.

El efecto letal de las radiaciones ionizantes ha pasado a ser un instrumento en otros aspectos de la medicina relacionados indirectamente con los pacientes.

Por ejemplo, muchos productos médicos pueden esterilizarse por irradiación con equipo de diseño especial, en vez de hacerlo en un autoclave o con gas. El OIEA ha fomentado activamente esta aplicación y ha preparado unas normas prácticas y publicado un manual sobre el tema.

Análogamente, las radiaciones constituyen otro posible medio para atenuar determinados microorganismos patógenos, particularmente parásitos. La aplicación de calor o de productos químicos puede alterar a veces la capacidad inmunizante de algunos microbios, mientras que las radiaciones no. Los actuales trabajos de investigación que apoyan conjuntamente la OMS y el OIEA se están ampliando a las infestaciones parasitarias de mayor importancia, con la esperanza de producir vacunas eficaces que protejan contra estas infestaciones que debilitan y, a veces, resultan letales.

Otra posible aplicación, que hasta hoy sólo se ha explorado superficialmente, es el tratamiento de las aguas negras con radiaciones de alta intensidad para lograr que este agua, contaminada con patógenos, sea suficientemente inocua para volver a utilizarla en el riego agrícola. Pero antes de que se demuestre la viabilidad de esta nueva idea es preciso resolver muchas cuestiones técnicas.

*En resumen, los radioisótopos han resultado ser un don de gran valor para muchas ramas de la medicina y de la biología. Muchas cuestiones fundamentales acerca de la naturaleza de la vida y de las enfermedades humanas reciben respuesta gracias a este instrumento. Los adelantos tecnológicos en materia de computadoras y electrónica, combinados con las sustancias radiactivas recientemente desarrolladas, están cambiando la faz del diagnóstico médico moderno. Al multiplicarse los aparatos de radioterapia, un número mayor de víctimas del cáncer tienen acceso a un mejor tratamiento de su enfermedad. Existen razones para confiar en que las investigaciones radiobiológicas, por ejemplo, las encaminadas a aumentar la radiosensibilidad, desemboquen en avances importantes en radioterapia, pero el «cóctel atómico» destructor del cáncer sigue siendo una esperanza lejana y utópica.*

#### Referencias

Fig.2, tomada de McCready y col. en: Vol. II, Medical Radioisotope Scintigraphy (1973), pág. 578. Actas de un Simposio del OIEA.

Fig.3, tomada de Rejali y col. en Dynamic Studies with Radioisotopes in Medicine (1970), pág. 116. Actas de un Simposio del OIEA.

## Necesidad creciente del control de calidad en materia de análisis

por O. Suschny y D.M. Richman

El desarrollo tecnológico de un país depende directamente de sus posibilidades en materia de química analítica o de realización de mediciones, toda vez que es imposible alcanzar un cierto nivel de complejidad tecnológica si no se dispone de medios para efectuar mediciones. Las posibilidades de medición se necesitan, en efecto, para evaluar tanto el grado de competencia tecnológica como los resultados de esa competencia. Ahora bien, los resultados de las mediciones, por sí solos, son insuficientes. Es preciso disponer de un patrón o de un material de referencia para contrastarlos estableciendo la necesaria comparación. En el complejo mundo de la química, el desarrollo satisfactorio de la tecnología acentúa la necesidad de disponer de materiales de referencia.

Desde los comienzos del decenio de los 60, el Organismo Internacional de Energía Atómica ha venido distribuyendo soluciones radioisotópicas calibradas, materiales patrón y muestras para inter-comparaciones. La finalidad de este servicio ha sido siempre ayudar a laboratorios de los Estados Miembros a evaluar y, en caso necesario, mejorar la fiabilidad de sus trabajos de análisis. La utilidad y la necesidad permanente de este servicio han quedado demostradas por los resultados de gran número de intercomparaciones llevadas a cabo, de los que se ha desprendido que, sin una labor continua de control de calidad en materia de análisis no podría aceptarse como buena una supuesta fiabilidad adecuada de los datos analíticos obtenidos.