

Los procedimientos e instrumentos de la medicina nuclear desempeñan una función vital en la atención sanitaria y en la investigación médica, pero no todos los países han podido beneficiarse de ellos. Las actividades del OIEA, la OMS y otras organizaciones están destinadas a ayudar a resolver los problemas que entraña crear unidades de medicina nuclear en más hospitales y laboratorios de los países en desarrollo. Aquí se ven (a partir del margen superior izquierdo) un médico investigador de radiofármacos; un técnico realizando un radioinmunoanálisis en el laboratorio de un hospital; la obtención de imágenes con radisótopos; y un investigador del cáncer analizando un autorradiograma, donde las zonas negras muestran fragmentos de ADN radiactivo (ácido desoxirribonucleico). (Cortesía de NEN)

Un concepto básico común a todas estas investigaciones diagnósticas es que todas utilizan los radiosótopos como trazadores. Mediante los trazadores se trata de seguir algún fenómeno fisiológico, ya que su comportamiento es idéntico al de las sustancias fisiológicas naturales del cuerpo. Los radisótopos son como espías que siguen el rastro de los sucesos biológicos del cuerpo. Un trazador radiactivo camuflado puede dar información sobre lo que ocurre en distintos puntos del organismo en distintos momentos. Las emisiones de las sustancias radiactivas se pueden detectar con equipos electrónicos modernos muy sensibles y precisos. De este modo se puede detectar la cantidad (como en la captación tiroidea), el volumen (como en el volumen sanguíneo), la velocidad (como en un renograma), o el modo de producirse una reacción biológica (como en las aplicaciones bioquímicas).

Cabe prestar especial atención a dos tipos de investigaciones que predominan sobre todas las demás, a saber, la obtención de imágenes y el radioinmunoanálisis (RIA). (Véanse los recuadros en este artículo.)

La aplicación en la atención médica

Como la medicina nuclear se aplica fundamentalmente en el diagnóstico, su reputación se basa sobre todo en su capacidad característica de penetración total, no invasiva. Un conjunto de instrumentos básicos puede responder a las necesidades de diversas disciplinas, a diferencia, por ejemplo, del electroencefalograma, que es útil para los neurólogos y nadie más. Estas técnicas, aunque son muy sensibles, pueden no ser siempre específicas. Quizás no puedan determinar un diagnóstico, pero pueden excluir varias posibilidades, con lo cual eliminan la necesidad de realizar muchas otras investigaciones costosas, por ejemplo, la presencia de una lesión ocupativa en una imagen del cerebro no permite determinar la naturaleza de la lesión. En realidad harían falta otras investigaciones para llegar a un diagnóstico inequívoco. Por otra parte, una exploración del cerebro que arroje resultados negativos excluye la posibilidad de que exista una lesión ocupativa y resulta innecesario hacer otras investigaciones neurológicas que probablemente resultarían costosas y a veces traumáticas.

Veamos pues, desde esta perspectiva, la utilidad de los procedimientos de medicina nuclear corrientes:

- Procedimientos que ayudan a formular un diagnóstico positivo — por ejemplo, las pruebas de la función tiroidea.
- Procedimientos que pueden excluir un diagnóstico determinado — por ejemplo, la escintilografía en el caso de las lesiones ocupativas.
- Procedimientos de utilidad para el seguimiento de pacientes — por ejemplo, la cardiología nuclear. Una vez que se ha establecido un diagnóstico positivo y que se ha aplicado una terapia definida, el carácter no invasivo de los procedimientos radionucleares hace que resulten sumamente adecuados para el seguimiento de pacientes.

La medicina nuclear en los países en desarrollo

La medicina nuclear nació y se desarrolló como efecto resultante del crecimiento general de la tecnología nuclear. De ahí que sus técnicas actuales se hayan gestado y perfilado en países adelantados que contaban con los recursos necesarios para desarrollar el instrumen-

tal y los radiofármacos requeridos. En la actualidad existe toda una gama de instrumentos que se encuentran fácilmente en el comercio. También se cuenta con radiofármacos en formas que pueden suministrarse a diferentes países a partir de unas pocas fuentes internacionales.

La medicina nuclear no puede ya considerarse como una disciplina médica esotérica y exótica. Diversas aplicaciones médicas de los radionucleidos han demostrado que la medicina nuclear puede salvar vidas, restablecer la salud, predecir las causas de enfermedad y aliviar sufrimientos. No hay rama de la medicina en que no hayan repercutido, de uno u otro modo, las técnicas de la medicina nuclear. Esta extensión multidisciplinaria de los usos médicos de los radionucleidos hace que resulte conveniente prever instalaciones y servicios de medicina nuclear adecuados en los planes de atención sanitaria en los países en desarrollo dotados de una infraestructura apropiada para la práctica de la medicina nuclear.

Los países en desarrollo afrontan diversos problemas para desarrollar la medicina nuclear en su medio. Para que una unidad de medicina nuclear resulte viable como servicio médico en un hospital, éste tendría que tener un amplio repertorio de pruebas, tendría que atender a un gran número de pacientes que llegarán remitidos de diversas disciplinas clínicas, y tendría que ser capaz de dar respuestas sensibles y específicas a una gran cantidad de interrogantes relativas al diagnóstico con medios no invasivos.

Este tipo de servicio requiere equipos perfeccionados, un suministro regular e ininterrumpido de radiofármacos y, sobre todo, un personal capacitado. No es fácil contar con todo esto en los países en desarrollo. Los equipos son costosos y difíciles de mantener con un rendimiento óptimo. Es preciso importar los radiofármacos y su suministro resulta azaroso por múltiples razones. El personal suele recibir su adiestramiento en países desarrollados pero al regresar a sus países les resulta difícil trabajar en las condiciones locales. Los radioinmunoanálisis son procedimientos *in vitro* relativamente sencillos que requieren instrumentos baratos pero, también en este caso, mantener la precisión y la calidad respecto de un gran número de muestras para diversos análisis suele estar fuera del alcance de los hospitales del Tercer Mundo.

Frecuencia de empleo de los procedimientos

Los distintos procedimientos de medicina nuclear se emplean en los Estados Unidos 33 veces al año por cada 1000 habitantes*. Esta cifra debe de ser muy superior a la correspondiente a los países en desarrollo.

Aunque no se dispone de estimaciones directas para la medicina nuclear, puede considerarse que la situación es análoga a la de los exámenes radiológicos. En el mundo existe un equipo de rayos X por cada 5000 habitantes, pero en los países en desarrollo de Africa y del Asia sudoriental hay sólo un equipo por cada 60 000 ó 100 000 habitantes. El Sr. N. Racoveanu, de la Sección de Radiomedicina de la Organización

* Véase, "Trends and utilization of medicine in the United States", por F. Mettler, A. Williams, et al., *Journal of Nuclear Medicine* 26 201 (1985).

Mundial de la Salud, informa que la frecuencia de las investigaciones radiológicas es de 1000 al año por cada 1000 habitantes en los países desarrollados, mientras que en los países en desarrollo se realizan por término medio menos de 10 exámenes al año por cada 1000 habitantes. La situación de la medicina nuclear no puede ser mejor en modo alguno. Las razones correspondientes a la medicina nuclear pueden ser incluso mucho más desproporcionadas si se comparan con las de radiología.

La ayuda que brinda el OIEA

Actualmente las actividades del OIEA en materia de medicina nuclear están orientadas a ayudar a los países en desarrollo a crear este tipo de servicios en sus hospitales. Esto constituye parte del objetivo principal del Organismo en cuanto a la transferencia de tecnología de los países desarrollados a los países en desarrollo. Dichas actividades corresponden a las siguientes categorías:

- *Apoyo técnico.* De todos los fondos dedicados en 1985 a la asistencia técnica, 3,18 millones de dólares se invirtieron en la ejecución de proyectos relacionados con la salud, en 41 países, cifra que constituye el 9,5% del presupuesto general de asistencia técnica. La mayor parte de esta asistencia está encaminada a crear instalaciones de medicina nuclear in vivo e in vitro. La práctica de la medicina nuclear requiere equipos electrónicos costosos y un suministro regular de radiofármacos. En la mayoría de los casos éstos no se pueden adquirir en el país y, por lo tanto, hacen falta buenas conexiones aéreas y mecanismos ágiles de despacho de aduana. Los instrumentos deben mantenerse en un ambiente óptimo y se requieren servicios adecuados de mantenimiento y reparación. Todos estos requisitos limitan las posibilidades de crear servicios de medicina nuclear a un número relativamente pequeño de países que cuentan con la infraestructura adecuada, y a algunos de los principales hospitales de los centros urbanos de esos países.

- *Cursos de capacitación.* Desde hace más de un decenio, el Organismo viene organizando un curso anual interregional de capacitación y viajes de estudio en materia de medicina nuclear para participantes de países en desarrollo. La práctica que se sigue actualmente es seleccionar sobre todo a doctores en medicina para este curso, en que se ofrece un resumen introductorio básico sobre las técnicas que se emplean hoy en día en la medicina clínica nuclear. Los participantes reciben capacitación teórica y práctica en las aplicaciones corrientes de los radisótopos con fines diagnósticos y terapéuticos, el manejo seguro de los radisótopos, los principios generales de la radiofarmacología, el análisis, la interpretación y el control de calidad de los procedimientos de la medicina nuclear in vitro e in vivo, los aspectos organizativos de los servicios de medicina nuclear en un hospital, y una información general sobre física relacionada con la radiación y la radiactividad. Además, la División de Ciencias Biológicas del Organismo suele organizar durante el año diversos cursos cortos de capacitación y cursillos prácticos en distintas partes del mundo, sobre temas especiales de medicina nuclear, como por ejemplo, control de calidad de los instrumentos de obtención de imágenes, radioinmunoanálisis, y mantenimiento de los equipos de medicina nuclear.

- *Asistencia en servicios de expertos.* Uno de los aspectos más importantes de la capacitación es la instrucción en los propios países en desarrollo que imparten expertos reconocidos. Los expertos pueden abordar algunos o todos los aspectos de la medicina nuclear. Cada misión puede durar unos pocos meses o extenderse a todo un año. Cuando se facilitan equipos complejos a un país, el proyecto suele incluir la visita de un experto para adiestrar al personal en los aspectos operacionales y técnicos del instrumento. Durante 1985 se ofrecieron servicios de expertos a 69 proyectos en materia de medicina nuclear durante un período equivalente a 72 meses-hombre.

- *Becas de capacitación.* El objetivo final que se persigue con la creación de instalaciones de medicina nuclear en cualquier país es formar cabalmente al personal local para que asuma las responsabilidades clínicas y

Radioinmunoanálisis: Descubrimientos para la salud

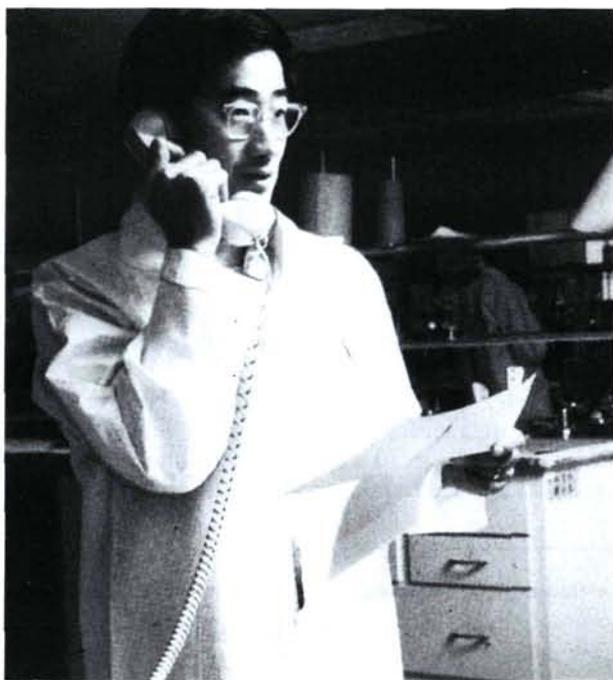
Los resultados del radioinmunoanálisis (RIA) constituyen un glorioso capítulo de la medicina nuclear que en 1977 recibió reconocimiento universal cuando se concedió el Premio Nobel a Rosalyn Yalow por sus trabajos sobre los RIA. Estos análisis permiten medir específica y cuantitativamente una gran cantidad de importantes sustancias biológicas en una muestra clínica (por ejemplo, de sangre) tomada de un paciente. En este caso, como en la obtención de imágenes con radisótopos, el principio básico es la presencia de un trazador. Se utiliza como trazador una hormona radiomarcada para detectar las fracciones ligadas y no ligadas de una hormona en presencia de un agente de enlace en la muestra de sangre.

La vida es posible gracias a la interacción equilibrada de miles de moléculas orgánicas complejas cuyo tamaño varía entre unos pocos y muchos miles de átomos y cuyas concentraciones en las sustancias biológicas varían entre partes por cien y partes por mil millones. La diferencia entre muchas de estas hormonas es casi imperceptible, si bien tienen funciones muy distintas. Antes de la aparición del radioinmunoanálisis era difícil o imposible analizar la mayoría de estas sustancias y, por consiguiente, el estudio de los procesos bioquímicos estaba muy limitado.

El radioinmunoanálisis representó dos innovaciones claves. En primer lugar, utilizó un tipo particular de molécula biológica, los anticuerpos, como "reactivo" muy específico y sensible para segregar las sustancias concretas de interés. En segundo lugar, empleó los trazadores radiactivos para poder cuantificar cantidades ínfimas de estas moléculas segregadas.

El RIA es una aplicación médica de los radionucleidos que puede realizarse con el nivel mínimo de complejidad técnica. Esta y otras técnicas afines desempeñan en la actualidad una extraordinaria función en la investigación y el diagnóstico médicos. Estos métodos sirven hoy para analizar cientos de sustancias diferentes, incluidos hormonas, vitaminas, fármacos, drogas, productos segregados por los virus infecciosos y los parásitos, sustancias expulsadas por los tumores malignos y muchas otras. Las inversiones anuales mundiales en estas técnicas probablemente son superiores a mil millones de dólares e intervienen en el diagnóstico del 10 al 20% de todos los pacientes hospitalizados en los países desarrollados. Es natural que los países en desarrollo estén ansiosos por introducir estos métodos en sus sistemas sanitarios*.

* Véase "Promoción de la aplicación de radioinmunoanálisis en sanidad humana", por R. Dudley, en el Boletín del OIEA, Vol. 25, No. 2 (junio de 1983).



La asistencia en servicios de expertos es un aspecto vital de los programas de capacitación en medicina nuclear que lleva a cabo el Organismo. (Cortesía de NEN)

técnicas de la unidad de medicina nuclear. Con este fin se envía al extranjero alguna persona del país que cumpla los requisitos académicos necesarios para que reciba una capacitación general en alguna institución adecuada, por un período que puede abarcar desde algunos meses hasta algunos años. Por ejemplo, durante 1985 se ofrecieron 388 meses-hombre de becas de estudio en medicina nuclear.

- *Conferencias, simposios, seminarios.* El objetivo de estas reuniones es el intercambio de ideas entre los científicos de distintos países. En 1985 el OIEA, en cooperación con la OMS, organizó un simposio internacional sobre "Medicina nuclear y aplicaciones conexas de las técnicas nucleares en los países en desarrollo". Hay planes de celebrar en el futuro un simposio sobre "estudios de funciones dinámicas en medicina nuclear" y un seminario sobre "Capacitación en medicina nuclear".

- *Contratos de investigación.* Muchos protocolos de investigación sobre la medicina clínica nuclear aceptados actualmente en diversos países podrían resultar inadecuados para los países en desarrollo. Se impone simplificar los procedimientos y trabajar con instrumentos relativamente menos complejos y con radiofármacos de más fácil obtención. Los programas del Organismo estimulan este proceso de adaptación de las técnicas para que se avengan a las necesidades de los laboratorios de los países en desarrollo. Este enfoque reconoce el hecho de que no es posible adoptar de novo los métodos más avanzados, sino que es preciso adaptarlos a las realidades existentes en los países en desarrollo. Con este tipo de proceso de adaptación en mente, el Organismo ha creado Programas Coordinados de Investigación en los

* Las Actas del simposio pueden solicitarse al OIEA. En la sección *Keep Abreast* aparece la información necesaria para formular la solicitud.

siguientes temas: 1) optimización de los procedimientos de medicina nuclear para el diagnóstico y tratamiento de los trastornos del tiroides; 2) evaluación cuantitativa de los procedimientos de obtención de imágenes con radisótopos para el diagnóstico de las enfermedades hepáticas; 3) investigación de la repercusión de los instrumentos de medicina nuclear en el rendimiento de los procedimientos de control de calidad; 4) elaboración y ejecución de planes de mantenimiento para laboratorios nucleares; 5) aplicaciones de los radionucleidos en el diagnóstico de las enfermedades parasitarias; y 6) control externo de calidad del radioinmunoanálisis de las hormonas tiroideas.

El contrato de investigación del Organismo debe estar acorde con las tendencias actuales de la medicina nuclear en el mundo y con la idea que se tiene del papel que ésta desempeñará en el futuro en el tratamiento general de los pacientes —elementos que son fundamentales para el desarrollo de los programas futuros del Organismo.

Tendencias y nuevas orientaciones

La medicina nuclear comenzó investigando trazadores para el estudio de funciones y flujos. El surgimiento de los aparatos de exploración y la producción de nuevos radiofármacos que se localizan en los distintos órganos desvió la atención de los médicos nucleares hacia la obtención de imágenes de diversos órganos. Durante años, aparte de la radiología, la única técnica de que se disponía para esa obtención de imágenes era la medicina nuclear. Ahora la situación ha cambiado. Existen diversas modalidades de obtención de imágenes, como el ultrasonido, la tomografía axial computadorizada (CAT) y la resonancia magnética nuclear. Cada una tiene sus propias virtudes y sus propias limitaciones. El administrador de un hospital tiene ante sí diversas opciones al decidir el tipo de servicio de obtención de imágenes que organizará en su hospital. El médico afronta un dilema similar al determinar la investigación más apropiada para su paciente.

Cada vez se comprende más que la función principal de la medicina nuclear no es la detección de defectos anatómicos o de anomalías estructurales. Su fuerte principal es el estudio de las funciones en el tiempo o, dicho de otro modo, el estudio del cambio en la distribución de los radiofármacos en el organismo durante determinado período. Este tipo de estudios arroja información importante sobre el funcionamiento de diversos órganos. La comprensión de esto ha hecho que se preste especial atención al estudio de las funciones cardiovasculares y cerebrales, en que la medicina nuclear ha generado un número increíble de datos nuevos en los últimos años. Hasta el momento, estos datos se han obtenido con instrumentos especiales y radiofármacos producidos con ciclotrones. Ahora parece que ya pronto se podrá contar con nuevos radiofármacos cerebrales y miocárdicos marcados con tecnecio-99m y que será posible hacer estudios in vivo de las funciones cerebrales y cardíacas con cámaras gamma convencionales.

Radiofármacos

El futuro de la medicina nuclear está íntimamente ligado al desarrollo en la esfera de los radiofármacos. En todas las demás modalidades de obtención de

imágenes, sólo se requieren el instrumento y el paciente. En la medicina nuclear hace falta además un radiofármaco adecuado. Esta deficiencia de la medicina nuclear es también su mayor virtud, ya que es posible producir una amplia gama de radiofármacos nuevos capaces de trazar una u otra función del organismo, lo que aumenta la versatilidad y las ventajas de la medicina nuclear. Todo parece indicar que se está preparando un gran número de radiofármacos y que surgirán muchas nuevas aplicaciones de la medicina nuclear útiles para el diagnóstico.

Otra nueva orientación, también relacionada con los radiofármacos, es la producción de anticuerpos monoclonales específicos marcados con un radionucleido adecuado y dirigidos hacia un sitio antigénico para la obtención de imágenes o con fines terapéuticos. Los radiofármacos dirigidos a esos antígenos o receptores específicos podrían combinar la especificidad de la inmunología y la sensibilidad de los radisótopos en una misma investigación.

Al mismo tiempo, se reconocería cada vez más la vasta información que ofrecen los análisis *in vitro*, como los RIA. No es necesario concebir la enfermedad como una lesión o el órgano afectado como imagen de un tipo u otro. Es posible detectar "huellas en las arenas del tiempo" mediante marcadores biológicos de la enfermedad en el torrente sanguíneo. Dos de los campos más potencialmente fecundos en esta esfera son los marcadores de tumores para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes con cáncer y la detección de antígenos y anticuerpos en las enfermedades infecciosas.

La aplicación más importante de las técnicas nucleares en medicina es la que está encaminada a comprender la patofisiología de las enfermedades. A este respecto el Organismo fomenta el uso de radisótopos en el tratamiento de las enfermedades transmisibles más corrientes en los países en desarrollo. Durante el último decenio el radioinmunoanálisis se dedicó a la comprensión de los trastornos endocrinos y durante el próximo se orientará hacia la comprensión de las enfermedades infecciosas.

De la misma manera que no todos los radioinmunoanálisis resultan útiles para el diagnóstico en endocrinología, es posible que en la etapa actual tampoco todos resulten útiles para el diagnóstico de las enfermedades infecciosas. No obstante, todos contribuyen a comprender mejor las relaciones que existen entre parásito y huésped. Este empleo de las técnicas nucleares en el campo de las enfermedades parasitarias resulta novedoso para un departamento de medicina nuclear y es digno de mención el apoyo que presta el Organismo en esta nueva dimensión. (Véase un artículo sobre el tema que aparece en este número del *Boletín*.)

Cambio de orientación de las investigaciones

Al mismo tiempo se observa que comienza a cambiar la orientación de las investigaciones y continuamente se abandonan las tecnologías más complejas por otras más sencillas. Pueden hacerse investigaciones cardiovascularmente complejas con una cámara gamma acoplada a una computadora dedicada a este fin. Pero de modo más sencillo, un pequeño dispositivo de sonda simple provisto de un microprocesador (una especie de "estetoscopio nuclear") puede generar el mismo tipo de

Técnicas nucleares para la obtención de imágenes

La obtención de imágenes mediante radisótopos consistió al principio en construir mapas que coincidieran punto a punto con la distribución *in vivo* del yodo radiactivo en la glándula tiroides. La elaboración manual de estos mapas se sustituyó por un detector sensible que se movía automáticamente sobre una región seleccionada con anterioridad. Muy pronto dejó de ser necesario que el detector se moviera sobre el órgano para obtener una imagen por puntos. Un gran detector puede "mirar" a todo el órgano al mismo tiempo y es posible registrar electrónicamente lo que el detector capta en cada uno de los puntos que tiene enfrente. Este tipo de instrumento, denominado cámara gamma, permite hacer estudios dinámicos en términos temporales, ya que se pueden obtener secuencias de imágenes totales o parciales del órgano en distintos momentos.

La imagen que se obtiene con radisótopos es una imagen funcional en un contexto anatómico. Para poder ver el órgano es necesario primero que se localice un radiofármaco en ese órgano. Cuando el funcionamiento es normal, la localización tiene una distribución característica. Si alguna región tiene un funcionamiento patológico, la concentración del radiofármaco en ese punto es anormal.

Aunque aparentemente son similares, existe una gran diferencia entre la obtención de imágenes con rayos X y con radisótopos. En la radiografía los tejidos constituyen un medio pasivo al atravesar el cuerpo el haz de rayos X y lo que se observa es la alteración del haz de rayos X según los tejidos que atraviese. La imagen no guarda relación alguna con la función del órgano y será la misma si el sujeto está vivo o muerto.

En la obtención de imágenes con radisótopos se ve cómo una sustancia radiactiva es transportada por mecanismos biológicos activos a través de un órgano en un marco temporal concreto. La diferencia es similar a la que existe entre una fotografía y un espejo. La fotografía muestra una imagen física en que el tiempo permanece estático y un espejo puede mostrar una forma física que varía constantemente.

Para obtener imágenes con radisótopos es necesario tener una alta concentración de un radiofármaco específico en el órgano de interés. Para ver una pequeña región de interés en un órgano a intervalos de pocos segundos, es preciso inyectar una gran cantidad de radiactividad al paciente para que las señales electrónicas que emanan de dicha región tengan fuerza suficiente para registrarse en la pantalla de modo estadísticamente significativo. Esto se puede lograr sin dañar al paciente sólo si se emplean radiofármacos de período corto, que suelen obtenerse en "generadores de laboratorios". El tecnecio-99m y el indio-113m son dos radionucleidos producidos por generadores que se emplean mucho en la actualidad en medicina nuclear. Un generador de laboratorio es un dispositivo donde un radionucleido de período largo, el "padre", produce una progenie de período corto que se puede emplear convenientemente en distintos procedimientos clínicos de obtención de imágenes.

Para más información sobre los avances y las tendencias en la obtención de imágenes con radisótopos, véase el artículo sobre el tema que aparece en este número del *Boletín*.

información diagnóstica. Hay una tendencia a abandonar los radiofármacos producidos con ciclotrones por otros marcados con tecnecio-99m, las cámaras gamma por sondas simples para obtener información de las funciones dinámicas en localizaciones predeterminadas, los RIA convencionales automatizados por RIA novedosos elaborados con anticuerpos del propio laboratorio y

contadores manuales sencillos. Este es un indicio favorable, ya que la simplificación de la tecnología permitirá una mayor difusión de las técnicas de medicina nuclear en lugar de su crecimiento monolítico en unas pocas instituciones.

Lo más gratificante es la comprensión generalizada del objeto de la medicina nuclear que, en esencia, investiga la fisiología y la bioquímica regionales mediante trazadores. La obtención de imágenes es sólo incidental. Lo importante es que con cada procedimiento se logra trazar un proceso biológico específico.

Programas futuros

En los países desarrollados la medicina nuclear ha tomado nuevos derroteros. Aumenta la dependencia de los radionucleidos producidos con ciclotrones. La tomografía por emisión de positrones (PET) que emplea radionucleidos de período ultra corto de este origen ha producido resultados notables en la neurofisiología, y la nueva biotecnología ha contribuido a las investigaciones in vivo e in vitro con anticuerpos monoclonales. Muchos de estos adelantos no están todavía al alcance de los países en desarrollo. La medicina nuclear que se practica actualmente en los países desarrollados es muy costosa y tecnificada. Incluso en estos países se está tratando de simplificar la tecnología para limitar los costos.

Por otra parte, se trata de hallar una tecnología fiable y más sencilla para los países en desarrollo, ya que son escasos los recursos disponibles para el desarrollo de técnicas nuevas. Existe un proceso natural que tiende a salvar la brecha que existe entre lo actual y lo aconsejable para el futuro. Las actividades del Organismo durante los próximos años estarán encaminadas a salvar esa brecha y a apoyar el proceso natural de evolución hacia la simplificación y la limitación de los costos.

Habrà que aumentar el nivel de asistencia técnica porque muchos países ahora estarían dispuestos a desechar sus lentos aparatos de exploración rectilínea para adquirir cámaras gamma con computadoras acopladas. Para ello haría falta una planificación que prevea la creación de servicios de mantenimiento para este tipo de equipos en los hospitales. Ahora existen muchas modalidades de investigación no invasivas, nucleares y no nucleares. Al disponer el médico de tantas modalidades para el diagnóstico, se hace necesario realizar para cada una de ellas estudios científicos de beneficios o eficacia en función de los costos. Además de ayudar a la adopción de decisiones con respecto a cada paciente, estos estudios ayudarían a los países en desarrollo a decidir qué tecnologías desarrollar y a cuáles renunciar.

El entusiasmo por la nueva tecnología puede hacer que el médico olvide el importante aspecto del control de calidad. En la medicina nuclear el control de calidad abarca varios niveles: los instrumentos, los radiofármacos,

los ensayos in vitro, y la capacitación de los técnicos y médicos. Esta es otra esfera que también deben alentar y apoyar las organizaciones internacionales como el OIEA.

Tecnologías adecuadas

Lo que se describió antes como "cambio de orientación de las investigaciones", en realidad quiere decir desarrollo de "tecnologías adecuadas". Es conveniente estimular este proceso fomentando investigaciones de este tipo y contribuyendo a demostrar que lo que está al alcance de los grandes hospitales en la cumbre, puede también facilitarse a un gran número de hospitales más pequeños con menos medios y recursos más escasos.

El estudio de las enfermedades infecciosas con RIA y otras técnicas análogas permite esperar que se pueda comprender mejor la interacción entre los procesos inmunológicos básicos y los patógenos. Además de ofrecer informaciones útiles para el diagnóstico, puede propiciar una nueva interpretación del curso biológico de la enfermedad. La investigación en este campo merece recibir la financiación y el apoyo necesarios en los países en desarrollo.

Los estudios funcionales son el elemento más fuerte de la medicina nuclear y para éstos se requiere, por supuesto, algún sistema de computadorización. Como cada vez se instalan más computadoras en los países en desarrollo, en aeropuertos, hoteles, y bancos, la infraestructura de apoyo necesaria está destinada a extenderse. Si en estos momentos nos propusiéramos introducir el motor de combustión interna en los países en desarrollo, se diría que no es posible nacerlo. No obstante, se observa cómo en estos países los camiones y camionetas se mantienen funcionando en las condiciones más primitivas. Lo que hace falta es la voluntad de reconocer, aceptar y combinar la medicina nuclear en los programas de los hospitales. El Organismo tiene que apoyar este proceso evolutivo y facilitar las ruedas del progreso.

En materia de medicina nuclear, las organizaciones internacionales como el OIEA y la OMS tienen intereses coincidentes. Muchas de las actividades que lleva a cabo el Organismo en esta esfera se realizan en cooperación con la OMS, y muchas de las actividades futuras de ambas organizaciones tendrán que realizarse en estrecha colaboración cuando se relacionen con la medicina nuclear.

Si el objetivo es "salud para todos en el año 2000", como ha proclamado la OMS, no podemos permitirnos desatender el crecimiento y desarrollo de esta "tecnología del siglo XX" tan importante para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. Uno de los objetivos del OIEA es "acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero". La promoción de la medicina nuclear es un paso de avance en ese sentido.

