

Cardiología nuclear para los países en desarrollo

Dispositivos sencillos pueden dar respuesta a necesidades prácticas

por L.E. Feinendegen

El "poder del átomo" —de los radionucleidos— es el instrumento principal de que dispone la medicina nuclear para observar las funciones vitales de las células y los tejidos. En la medida en que se han diversificado las aplicaciones y los dispositivos de detección, y, sobre todo, desde que se introdujo la cámara gamma, muchos estiman que los adelantos alcanzados en el arte de la obtención de imágenes ofrecen una posibilidad singular para describir las estructuras y funciones de los órganos de una manera algo análoga a la radiografía convencional, aunque superior a ésta. De hecho, a los departamentos de radiología se les comenzó a denominar departamentos de obtención de imágenes.

En el transcurso de los últimos años, se ha incorporado la obtención de imágenes con ultrasonido que, unida a la resonancia magnética nuclear, está logrando una rápida aceptación debido a su calidad sin precedentes. En vista de estos extraordinarios adelantos, es preciso examinar el papel que desempeñará la obtención de imágenes médicas con medios nucleares en el futuro de la práctica e investigación clínicas.

Actualmente muchos médicos, administradores y grupos financieros consideran que la obtención de imágenes médicas con medios nucleares está en peligro, o que se hace cada vez más obsoleta ante el desarrollo de técnicas más recientes. No cabe duda de que esta es una verdad a medias si se hace hincapié en la obtención de imágenes propiamente dicha, en la calidad de la imagen y en la infraestructura necesaria para producirla. La competencia entre las técnicas utilizadas en la obtención de imágenes reviste gran importancia si se tiene en cuenta que los recursos son limitados y que hay que tratar de lograr la relación más favorable entre costos y beneficios en la planificación a largo plazo.

Es preciso valorar esta situación y hacer sugerencias para el desarrollo que sean de especial interés para aquellos países en que numerosas personas carecen de una atención médica integral, en que las enfermedades difieren en gran medida de las que afectan a los países industrializados y en que la financiación debe responder a las prioridades establecidas por el deseo de evitar los sufrimientos tanto

cuanto sea posible con recursos financieros a veces extremadamente limitados. El tratamiento de las enfermedades cardiovasculares resulta muy apropiado para el análisis de este tema y las consideraciones que se hacen al respecto se aplican a la obtención de imágenes médicas con medios nucleares en general.

Evaluación de la obtención de imágenes

Las imágenes médicas obtenidas con medios nucleares son, desde luego, una expresión primaria de la información que se obtiene al observar el recorrido de los radionucleidos en el organismo. Precisamente lo que más interesa a los médicos es el destino de los radionucleidos, o dicho de manera más concreta, de los substratos radiomarcados. De hecho, las imágenes deben considerarse como ventanas a través de las cuales se puede observar ese destino. Incluso se podría afirmar que las imágenes obtenidas con medios nucleares se aprovechan plenamente sólo cuando revelan ese destino, en el sentido de que las células o metabolitos radiomarcados permiten observar el nivel de organización celular y molecular del organismo. Es así como las imágenes médicas obtenidas con medios nucleares tienen el poder de transparentar bioquímicamente el organismo como ninguna otra técnica de obtención de imágenes. Este es un aspecto importante que merece destacarse. Se impone, por lo tanto, precisar primero cuáles son los objetivos de la investigación diagnóstica y luego recurrir a las técnicas e instrumentos adecuados para lograrlos.

Si el principal objeto de estudio es la estructura —o dicho con mayor precisión, los espacios de los órganos— la obtención de imágenes con medios nucleares no parece ser la mejor opción si se disponga de otros medios eficaces y menos costosos. Pero si lo que se desea es investigar las correlaciones entre los espacios de los órganos y el tiempo que demora un trazador en pasar a través de ellos, entonces tal vez la única opción sea la obtención de imágenes con medios nucleares.

En caso de que sea más importante la medición del paso de un trazador que la resolución del espacio de que se trate, los contadores de radiactividad de sonda simple bastarían plenamente para esos fines sin necesidad de agregar el lujo de una imagen. Cuando es preciso conocer el paso de masas mayores a través del espacio de un órgano sin que sea necesario evitar una alteración del sistema observado, entonces las técnicas de medicina nuclear con trazadores quizás sigan siendo el método preferido debido a su economía, rapidez, seguridad y mejor cuantificación en comparación con otras soluciones no invasivas como la radiología,

El Dr. Feinendegen es el Director del Instituto de Medicina del Centro de Investigación Nuclear de Jülich, en la República Federal de Alemania, y profesor del Departamento de Medicina Nuclear de la Universidad de Düsseldorf. El presente artículo está basado en una memoria solicitada presentada en 1985 en el simposio patrocinado conjuntamente por el OIEA y la OMS sobre "Medicina nuclear y aplicaciones conexas de las técnicas nucleares en los países en desarrollo". Las actas de este simposio pueden solicitarse a la División de Publicaciones del OIEA.

el ultrasonido y la obtención de imágenes mediante la resonancia magnética nuclear.

Estas premisas, desde luego, se aplican directamente a las enfermedades cardiovasculares.

El caso especial de la cardiología nuclear

Los objetivos fundamentales de la cardiología nuclear son: 1) la función de bombeo del corazón, en especial la del ventrículo izquierdo; 2) la perfusión miocárdica; y 3) el metabolismo miocárdico. También puede ser necesario cuantificar la capacidad de la circulación periférica a fin de adaptar especialmente la circulación y la reserva pulmonares*.

¿Son muy urgentes estas necesidades de diagnóstico en los países en desarrollo?

Parece ser que la respuesta es afirmativa y negativa a la vez: afirmativa para las muchas personas que requieren la elaboración de un diagnóstico, y negativa para las muchas personas que, por padecer de otras enfermedades graves, no contraen enfermedades cardiovasculares o las contraen en casos muy contados.

La segunda interrogante es: ¿Se pueden satisfacer las necesidades de diagnóstico especificadas? He aquí los principales problemas que se afrontan: los recursos financieros son limitados; la capacitación no suele ser suficiente; el mantenimiento de los equipos se dificulta sobremanera por razones infraestructurales y climáticas; el suministro de radiofármacos está siempre en peligro de interrumpirse. Con todo, no es aconsejable que se esgriman estas dificultades como justificación para abstenerse de realizar investigaciones en materia de medicina nuclear cuando se las requiera especialmente.

Esta afirmación responde a dos razones: la primera se relaciona con la necesidad de avanzar, de lo que nadie debe ser excluido. Ello exige imparcialidad así como una motivación para participar y ser eficiente en un equipo de colegas, administradores y en la sociedad en general. La segunda razón es de índole psicológica: la ampliación de la brecha entre los países en desarrollo y los industrializados, o entre los ricos y los pobres, tendría consecuencias desastrosas. La planificación es un elemento valioso para coordinar eficazmente las inversiones y mantener en funcionamiento los centros modelo, los que, por una parte, constituyen una fuente de orgullo, y por la otra, representan una oportunidad para aprender a ser autosuficientes a medida que aumenta la demanda y ésta puede ser financiada.

La cardiología nuclear, por su diversidad y por el papel específico que desempeña en la práctica clínica, constituye un desafío positivo.

Estudio de la función cardíaca

En el estudio de la función cardíaca tal vez se tenga que recurrir a procedimientos complejos para la obtención de imágenes, como, por ejemplo, la obtención de imágenes paramétricas de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y del movimiento de la pared. Ahora bien, ambas pueden ya analizarse en cierta medida mediante el ultrasonido, si bien la cuantificación deja aún mucho que desear. La evaluación de la función cardíaca en

función de los tiempos más rápidos del flujo y los tiempos mínimos de tránsito resulta relativamente sencilla. La última de estas dos investigaciones no requiere necesariamente un proceso complejo de obtención de imágenes, ya que los dispositivos de sonda simple pueden resultar muy útiles e incluso mejores para estos fines.

Un dispositivo de sonda simple que sirve para medir específicamente el funcionamiento del ventrículo izquierdo (en función del tiempo y ritmo de la fracción de eyección, y del tiempo y ritmo de llenado) es el estetoscopio nuclear.* Más adelante volveremos a referirnos a éste brevemente al describir un nuevo dispositivo que puede responder a las necesidades prácticas de los países en desarrollo.

Agentes utilizados en la obtención de imágenes

No cabe duda de que el diagnóstico de las enfermedades de las arterias coronarias se ha beneficiado enormemente de la obtención de imágenes por perfusión miocárdica con talio 201. La diferencia entre las imágenes obtenidas inmediatamente después de una carga determinada de ejercicios físicos y tras un período de descanso de dos a tres horas ha demostrado plenamente su importancia clínica. Posee una sensibilidad cercana al 90% en el diagnóstico de las enfermedades de las arterias coronarias, prácticamente sin riesgo y en menos tiempo, mientras que los métodos convencionales, salvo la angiografía, no han permitido descartar la sospecha.

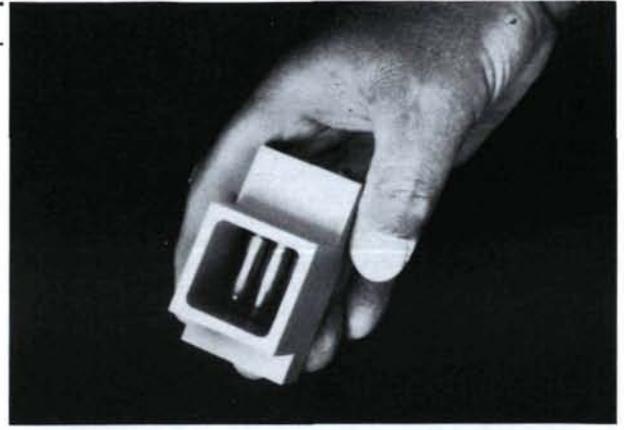
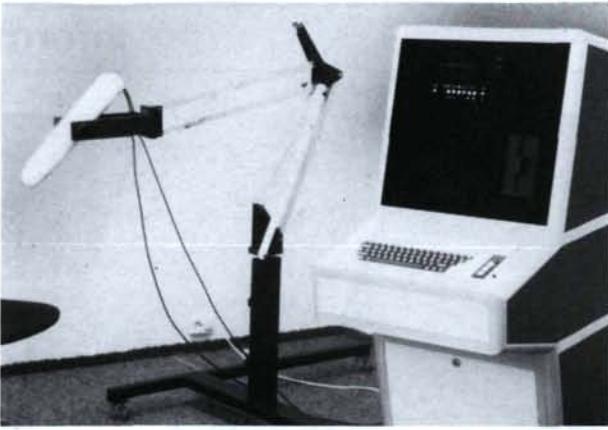
Ahora bien, el talio 201 no sólo es caro, sino que además tiene el inconveniente de que su emisión de energía gamma no es la ideal para las cámaras gamma convencionales. Constantemente se procura hallar nuevos trazadores. Hace poco tiempo se descubrió (la noticia se hizo pública en una conferencia de medicina nuclear celebrada en Kuwait del 17 al 21 de febrero de 1985) que el ácido orto-fenil-pentadecanoico yodado es un excelente agente de obtención de imágenes miocárdicas. Es fácil de preparar y, si se le "marca" con yodo 123, se obtienen imágenes de calidad superior a las del talio 201. El miocardio sometido a una perfusión adecuada lo incorpora con avidez y, una vez allí, queda atrapado, de modo que las imágenes pueden repetirse durante horas. A diferencia de otros**, este compuesto apenas se cataboliza, si es que lo hace.

Una ventaja especial de la obtención de imágenes metabólicas del miocardio parece ser el diagnóstico

* "The nuclear stethoscope: A simple device for generation of left ventricular volume curves", por H.N. Wagner, R. Wake y E. Nicholoff, *Journal of Cardiology*, 38, 747 (1976).

** Se descubrió que el ácido para-fenil-pentadecanoico yodado o el ácido omega-heptadecanoico yodado eran ambos muy útiles para evaluar el metabolismo miocárdico. Véanse "Myocardial imaging and metabolic studies, with (17-123-I) iodoheptadecanoic acid in patients with idiopathic congestive cardiomyopathy", por A. Höck, Chr. Freundlieb, K. Vyska, B. Lösse, R. Erbel y L.E. Feinendegen, *Journal of Nuclear Medicine*, 24, 22 a 28 (1983); "Kinetics of different 123-I and 14-C-labelled fatty acids in normal and diabetic rat myocardium in vivo", por T.E. Beckurts, W.W. Shreeve, R. Schieren y L.E. Feinendegen, *Nuclear Medicine Comm.*, 6, 415 a 424 (1985); y "15-(ortho-123-I-phenyl)-pentadecanoic acid, a new myocardial imaging agent for clinical use", por M.A. Antar, G. Spohr, H.H. Herzog, K.P. Kaiser, G. Notohamiprodjo, E. Vester, B. Schwartzkopf, B. Lösse, H.-J. Machulla, W.W. Shreeve y L.E. Feinendegen, *Nuclear Medicine Comm.* (en prensa).

* *Clinical nuclear cardiology*, editado por D.S. Bergman y D.T. Mason (Grune & Stratton, Nueva York, Toronto, Sydney, San Francisco, 1981).



Vista general del gammascopio paramétrico y una de sus sondas.

diferencial entre las enfermedades de las arterias coronarias y la cardiomiopatía, incluso en la etapa inicial de evolución. Se han observado con facilidad hasta unos pequeños cambios inducidos en el metabolismo miocárdico, por ejemplo, con alcohol o insulina. Si bien en la actualidad la obtención de imágenes metabólicas del miocardio constituye una prueba especial que se reserva para solucionar problemas de diagnóstico difíciles, al parecer las cardiomiopatías son más frecuentes de lo que en general se creía hasta ahora.

Este tema plantea cuestiones interesantes en lo que respecta a la nutrición deficiente, las carencias vitamínicas, la insuficiencia o el exceso de oligoelementos y los cambios que inducen los medicamentos, los productos químicos tóxicos o las infecciones. Particularmente en los países pobres, poco se sabe sobre las consecuencias de las condiciones de vida en el metabolismo miocárdico. ¿Son necesarias al menos ciertas condiciones mínimas para que sea normal el funcionamiento cardiovascular? Estos son temas de investigación que pueden producir resultados prácticos importantes.

Una cardiología nuclear simplificada

Como ya se señaló, hay una necesidad de evolución, de respuesta y de adaptación a las necesidades prácticas. La respuesta ha sido la propuesta de un radiocardiógrafo compacto creado por el Instituto de Medicina del Centro de Investigación Nuclear de Jülich (República Federal de Alemania). El instrumento, denominado gammascopio paramétrico, combina las funciones del estetoscopio nuclear con la capacidad para medir el tiempo mínimo de tránsito cardiaco y para observar los cambios volumétricos en la sangre cardiaca, pulmonar y hepática, tanto en reposo como durante la realización de ejercicios dosificados. Estas tres pruebas cardiovasculares se realizan en un solo examen y miden consecutivamente el funcionamiento del ventrículo izquierdo, toda la circulación central desde el atrio derecho hasta la raíz aórtica, incluido el segmento pulmonar, y por último la distribución del volumen de sangre cardiaca-pulmonar-hepática durante la realización de ejercicios dosificados. El equipo es compacto, robusto, de fácil movilidad y tiene un diseño electrónico capaz de resistir cambios significativos de la temperatura ambiente y la humedad, y fluctuaciones de la corriente eléctrica. El dispositivo se basa en mediciones de sonda simple; una pequeña

computadora traza y evalúa las curvas con un soporte físico que se puede adquirir actualmente en el mercado.*

Problemas y necesidades

La función de la medicina nuclear en los países en desarrollo debe orientarse hacia las necesidades locales relacionadas con la práctica clínica, la atención de la salud de poblaciones numerosas y las necesidades de investigación, a veces con recursos extremadamente limitados. Para ayudar a definir las diversas necesidades locales convendría reiterar que la medicina nuclear ofrece la oportunidad singular de observar el organismo en el nivel molecular de organización y, por consiguiente, de hacerlo transparente por medios bioquímicos.

Según cuales sean las necesidades concretas en materia de diagnóstico, en algunos casos puede que la única solución sea adoptar el complejo método de obtención de imágenes con ayuda de computadoras mediante cámaras gamma de registro centelleográfico o tomografía por emisión, pero en los demás casos esto podría ser un lujo innecesario. La cardiología nuclear para evaluar por métodos no invasivos la función cardiaca, la perfusión miocárdica y el metabolismo miocárdico representa un desafío excepcional en ambos aspectos para los países en desarrollo. Teniendo en cuenta estos requisitos, los dispositivos de sonda simple para propósitos múltiples son menos costosos que las cámaras gamma y garantizan el uso de métodos modernos de diagnóstico.

Se debería alentar a los países en desarrollo a participar en la evolución de la medicina nuclear y a asegurar que se mantengan los centros modelo, no sólo con fines de tratamiento sino también de capacitación.

* Para mayor información técnica, véase el trabajo del autor que figura en *Nuclear Medicine and Related Radionuclide Applications in Developing Countries*, actas del simposio OIEA/OMS, OIEA STI/PUB/699, Viena (1986). Véase asimismo "A compact radiocardiograph for simultaneous measurement of left ventricular function and cardiopulmonary minimal transit time", por V. Becker, M. Schitteck, M. Rosen y L.E. Feinendegen y "Análisis múltiples no acoplados de acumulaciones de sangre cíclica para medir la hemodinámica central en reposo y en ejercicio", por C. Spohr, A. Höck, A. Schmid, y L.E. Feinendegen, *Nuklearmedizin - Darstellung von Metabolismen und Organ-Funktionen*, editado por H.A.E. Schmidt, W.E. Adam, F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart, Nueva York (1984); y "Los tiempos mínimos de tránsito", por L.E. Feinendegen, K. Vyska, H. Schicha, V. Becker, Chr. Freundlieb, *Der Nuklearmediziner* (Suplemento 1979).

El papel del OIEA en esta esfera

Los programas del Organismo continúan concediendo gran importancia al desarrollo y la difusión apropiados de los actuales conocimientos técnicos sobre la radioesterilización, en especial atendiendo a los intereses de salud y bienestar de los Estados Miembros en desarrollo tecnológicamente menos adelantados. Se pone especial empeño en contribuir al fomento de prácticas adecuadas referentes a los productos médicos y farmacéuticos nacionales, teniendo en cuenta las condiciones y el ambiente locales. Los planes de acción se elaboran y aplican mediante reuniones periódicas de especialistas, grupos consultivos de expertos, simposio mono monográficos, apoyos a las investigaciones y programas de coordinación, publicaciones, y fundamentalmente, por medio de un esmerado servicio de cooperación y apoyo técnicos a los Estados Miembros.

Se han registrado resultados alentadores, especialmente en algunos países en desarrollo de la región de Asia y el Pacífico, en cuanto a la adopción de diversas medidas integradas relacionadas con las prácticas de radioesterilización de artículos médicos (véase el mapa anexo). Después de la puesta en servicio satisfactoria de dos instalaciones de irradiación de cobalto 60 en la India, en 1974, y en la República de Corea, en 1975, en la mayoría de los otros países de la región se evidenció un súbito interés por esta tecnología nuclear.

En la región se encuentran en explotación actualmente instalaciones de irradiación de cobalto 60 a gran escala en Bangladesh, Indonesia, Malasia, Singapur y Tailandia, mientras que en Birmania, Filipinas, el Pakistán, y, desde hace poco tiempo en Sri Lanka, existen instalaciones piloto de celdas gamma más pequeñas que se encuentran en etapa de investigación y desarrollo. Desde 1985 las instalaciones de cobalto 60 de China, situadas en Beijing y Shanghai respectivamente, han recibido la asistencia que han solicitado al OIEA en apoyo a las investigaciones, así como en el suministro de preparados microbiológicos normalizados para la calibración dosimétrica industrial. Gracias a estas novedades se han colmado un tanto en el "mapa de la radioesterilización" de la región de Asia y el Pacífico las lagunas existentes entre el Japón y Australia. Se prevén nuevos progresos en la región.

El mapa también ofrece un panorama de la situación de las regiones en desarrollo de Europa, el Oriente Medio, África y América Latina. África, el Oriente Medio y América Latina se caracterizan por un alto grado de heterogeneidad y carencia, lo que da un amplio margen para el desarrollo futuro. En la región de África, Egipto y Arabia Saudita ya han puesto en servicio y explotación instalaciones de cobalto 60 que producen artículos médicos estériles para los servicios nacionales de salud. En contraste sorprendente, muchos otros países de la región ni siquiera tienen una infraestructura técnica y de personal de nivel elemental, mientras que otros (por ejemplo, Argelia, Ghana, Marruecos, Zaire y Zambia) están en una etapa avanzada de planificación. Es conveniente que se promueva la cooperación regional.

Algunos países de América Latina han estado analizando recientemente la posibilidad de desarrollar la cooperación regional en los usos industriales del tratamiento por irradiación, dentro de la cual es probable que se incluya la esterilización de los suministros médicos.

Casi todas las instalaciones de cobalto 60 que se han instalado en los Estados Miembros en desarrollo con la ayuda del OIEA están subordinadas administrativamente a las instituciones estatales respectivas, como la comisión de energía atómica o el Ministerio de Ciencia y Tecnología. En consecuencia, su funcionamiento incluye la "esterilización reglamentaria" de los productos médicos elaborados por fabricantes locales. Esto supone mantener una estrecha cooperación con los clientes de cada instalación en todas las etapas, incluida la capacitación y la orientación técnica en lo que respecta a las características tecnológicas, la compatibilidad y la normalización mediante prácticas de fabricación satisfactorias y la reglamentación nacional. Las reuniones de grupos consultivos y los cursillos prácticos, incluido uno realizado en Sri Lanka a fines de año, así como los proyectos de cooperación regional para los Estados Miembros, contribuyen a lograr dichos objetivos de promoción y desarrollo de la tecnología de irradiación, un buen medio para elevar el nivel de los servicios sanitarios locales.



Casi la mitad de los suministros y materiales médicos como éstos se esterilizan por irradiación en algunos países. (Cortesía: Isomedix)

