

# Salud y nutrición humanas: La ayuda de los isótopos para erradicar el “hambre escondida”

*Los isótopos estables y los isótopos radiactivos contribuyen cada vez más a la investigación de graves problemas nutricionales que afectan la salud del hombre*

por  
Robert M. Parr  
y  
Carla R. Fjeld

**E**n todos los países, las autoridades de salud se preocupan por la nutrición de la población.

En el mundo industrializado las principales preocupaciones se refieren a lo que se ha dado en llamar “exceso de nutrición”. Con el incremento de la solvencia y la urbanización, las dietas tienden a tener un mayor contenido de alimentos energéticos y de grasas, especialmente grasas saturadas. También contienen menos fibra y carbohidratos complejos, y más alcohol. Esos y otros factores de riesgo provocan una mayor incidencia de la obesidad, la hipertensión, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes mellitus, la osteoporosis, la anemia y algunos tipos de cáncer, lo que ocasiona enormes gastos sociales y sanitarios.

Para los países en desarrollo, la mayoría de los problemas consisten en todo lo contrario. La “subnutrición” o malnutrición es el principal enemigo, especialmente de los pobres, que sufren los efectos más generalizados y graves de la malnutrición.

Algunas estadísticas son verdaderamente alarmantes. Más de 780 millones de personas —el 20% del mundo en desarrollo— sufren de desnutrición crónica. Alrededor de 190 millones de niños menores de cinco años, entre ellos más de 150 millones en Asia y 27 millones en África, padecen de malnutrición por falta de alimentos proteicos y energéticos. Diariamente mueren 40 000 niños menores de cinco años y uno de los principales factores que contribuyen a ello es la malnutrición. Alrededor de 2000 millones de personas en más de 100 países en desarrollo padecen insuficiencias de micronutrientes que pueden provocar ceguera, retraso mental y hasta la muerte.

Muchos de estos problemas no son nuevos, y lo cierto es que casi todos fueron reconocidos hace años. Su gravedad varía notablemente de un país a otro y también con el transcurso del tiempo. En los últimos años algunos países han experimentado disminuciones significativas de la mortalidad relacionada con la dieta; sin embargo, muchos otros acusan aumentos apreciables. (Véanse los gráficos de la página 20.)

El Sr. Parr es Jefe de la Sección de Estudios de la Nutrición y de Estudios del Medio Ambiente relacionados con la Salud, de la División de Sanidad Humana del OIEA, y la Sra. Fjeld es funcionaria de dicha Sección.

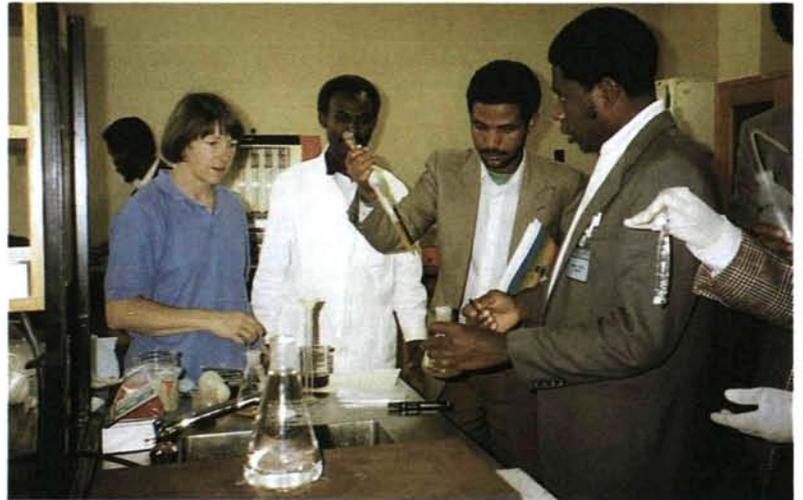
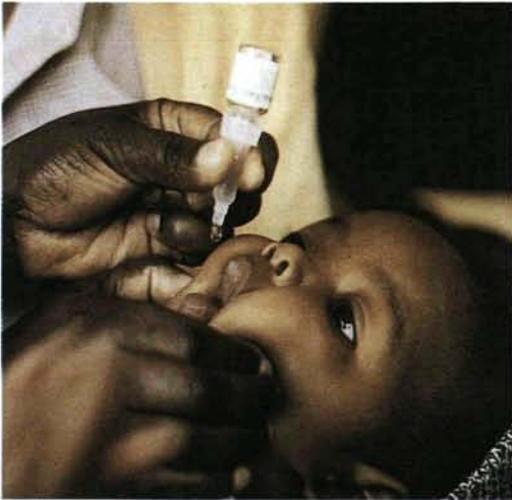
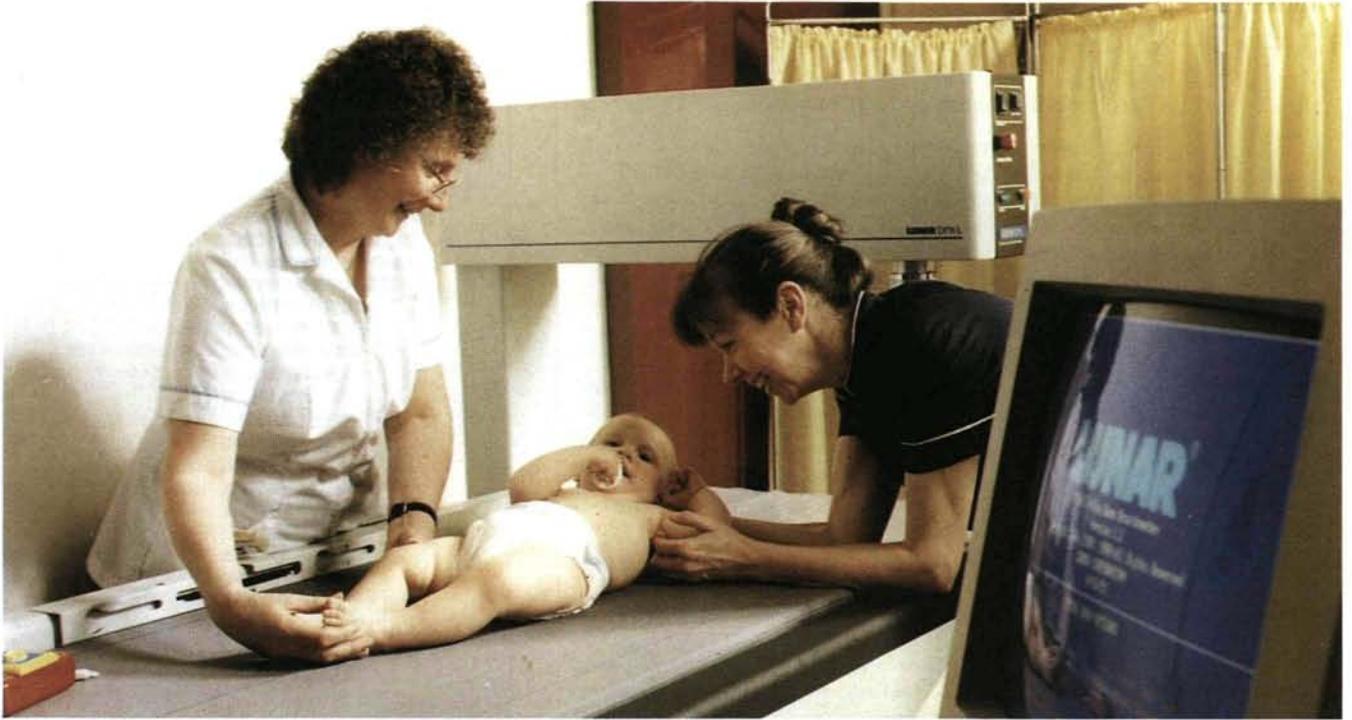
Los problemas nutricionales que sustentan esas tendencias (especialmente en los países en desarrollo) por lo general no están relacionados con la insuficiencia absoluta de alimentos, o sea, con el hambre evidente. Casi siempre su causa es la *calidad* deficiente o la falta de variedad de los alimentos, lo que se traduce en insuficiencias de vitaminas y de minerales esenciales. Como los efectos no saltan a la vista de inmediato, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha acuñado el término “hambre escondida” para describir esos problemas.

La labor del OIEA está contribuyendo de diferentes maneras a los empeños encaminados a eliminar el hambre escondida y otros problemas nutricionales. La razón de ser de la participación del OIEA tiene dos facetas. En primer lugar, la nutrición adecuada es un componente esencial de cualquier estrategia destinada a mejorar la *salud*, y el Estatuto del Organismo señala específicamente que el principal objetivo de sus programas es “aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la *salud* y la prosperidad”. En segundo lugar, las técnicas isotópicas tienen una amplia variedad de aplicaciones —algunas de ellas únicas en su tipo— en las investigaciones previstas sobre nutrición humana, para la evaluación del estado nutricional y para supervisar la eficacia de los programas de intervención nutricional. (Véase el cuadro de la página 21.)

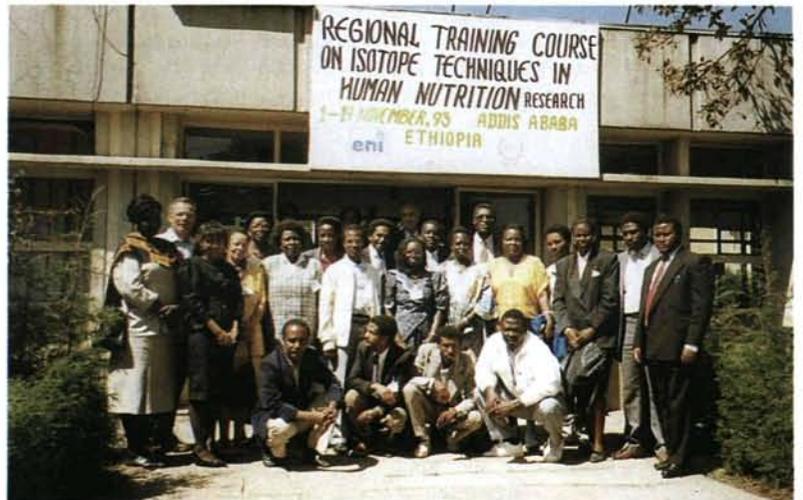
En el presente artículo se hace una reseña somera de esas técnicas y sus principales aplicaciones en algunos campos de la nutrición humana. Asimismo, se expone cómo los programas del OIEA están dirigidos a contribuir a la solución de problemas nutricionales concretos, especialmente los que afectan a la mujer y a los niños en los países en desarrollo.

## Malnutrición por deficiencia de micronutrientes: Insuficiencias de vitaminas y minerales

**Visión general del problema.** Los micronutrientes —las vitaminas y los minerales— desempeñan un papel importante en la salud y el desarrollo. Además de impedir determinados trastornos, protegen la vida de la madre y el niño, estimulan el desarrollo cognoscitivo, ayudan a prevenir las infecciones y mejoran la capacidad de trabajo de las personas.



Millones de hombres, mujeres y niños en todo el mundo padecen de desnutrición por diferentes causas. Mediante diversos programas, el OIEA brinda apoyo al estudio de los problemas nutricionales y a los trabajos para mejorar la salud de las personas, concediendo frecuentemente especial importancia a la nutrición materno-infantil. Esa labor abarca proyectos de investigación con objetivos designados, asistencia técnica y cursos de capacitación para científicos —como el que se muestra en la foto de la derecha, realizado en Addis Abeba, Etiopía, en noviembre de 1993— sobre el uso de técnicas nucleares y otras afines, para estudiar aspectos de la malnutrición y la salud. Desde 1980 el OIEA ha brindado apoyo a programas sobre nutrición en más de 50 países. (Cortesías de: AEA Technology; Schytte/OMS; R. Parr, OIEA)



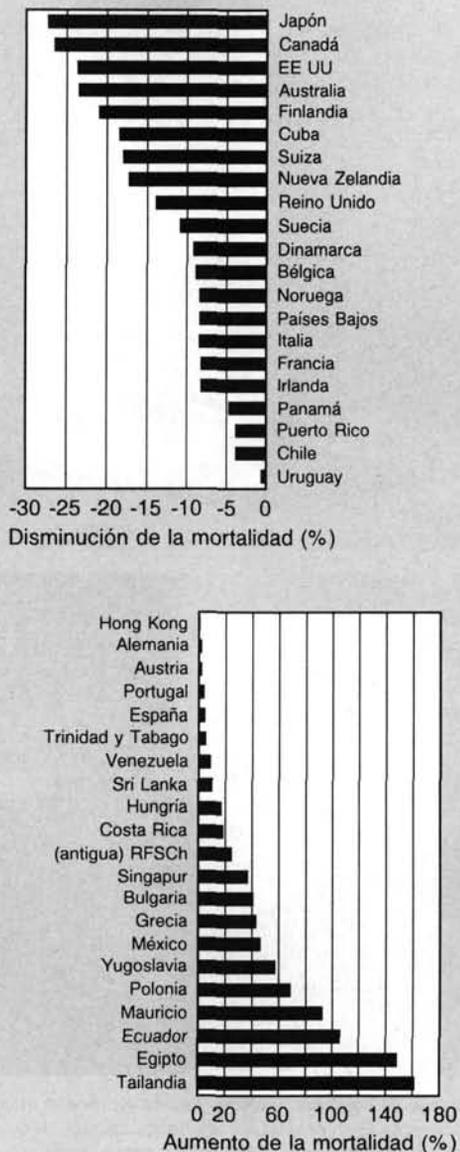
**Declaración mundial sobre la nutrición**

Uno de los acontecimientos más importantes acaecidos últimamente en el campo de la nutrición humana fue la Conferencia Internacional sobre la Nutrición (CIN), organizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y celebrada en Roma a fines de 1992. Por primera vez en la historia, se pidió a los gobiernos presentes en una reunión internacional que pensarán más allá de los problemas persistentes del hambre y la supervivencia y se concentraran totalmente en la nutrición y la salud. El resultado fue la "Declaración mundial sobre la nutrición", que fue aprobada por ministros de gobierno y altas autoridades de más de 150 países, conjuntamente con representantes de organizaciones no gubernamentales. A continuación se reproducen fragmentos escogidos de la Declaración:

- el bienestar nutricional de todas las personas es una condición necesaria para el desarrollo de las sociedades... debe constituir el objetivo fundamental del progreso en el desarrollo humano y estar al centro de nuestros planes y estrategias de desarrollo socioeconómico
- globalmente existen suficientes alimentos para todos... el problema principal es el de un acceso desigual a esos alimentos
- el acceso a alimentos inocuos y nutricionalmente adecuados es un derecho de todas las personas
- existe una elevada prevalencia y un número creciente de niños menores de cinco años malnutridos en Africa, Asia y América Latina y el Caribe... debe prestarse especial atención a sus problemas nutricionales
- más de 2000 millones de personas, en su mayoría mujeres y niños, sufren carencias de uno o varios micronutrientes
- entre las metas nutricionales del Cuarto Decenio de las Naciones Unidas para el Desarrollo están... reducir marcadamente los índices de malnutrición y mortalidad de los niños
- las metas nutricionales establecidas por la Cumbre Mundial en favor de la Infancia para el año 2000 son, entre otras: reducción de los niveles de malnutrición grave y moderada de niños menores de cinco años a la mitad de los niveles de 1990; reducción de la anemia ferronímica de la mujer en un tercio de los niveles de 1990; eliminación virtual de los trastornos ocasionados por carencias de yodo; virtual eliminación de las carencias de vitamina A y sus consecuencias; e institucionalización del fomento del crecimiento y su supervisión regular en todos los países para finales del decenio de 1990
- es necesario emprender investigaciones científicas, básicas y aplicadas, y establecer sistemas de vigilancia de la alimentación y la nutrición, para identificar más claramente los factores que contribuyen a crear los problemas de la malnutrición y las formas de eliminar esos problemas, particularmente entre las mujeres, los niños y los ancianos
- los órganos rectores de la FAO, la OMS... y otras organizaciones internacionales competentes, deberían... decidir el modo de dar la prioridad apropiada a sus programas relacionados con la nutrición y las actividades encaminadas a asegurar lo antes posible una ejecución enérgica y coordinada de las actividades recomendadas en la Declaración y en el Plan de Acción de la CIN... ello abarcaría, cuando fuese necesario, una mayor asistencia a los Estados Miembros.

Las insuficiencias de micronutrientes pueden causar daño desde el momento de la concepción, ya que influyen en la regulación del crecimiento y en otros procesos fisiológicos. Las insuficiencias pueden provocar un círculo vicioso que demora más de una generación en romperse: los hijos de madres malnutridas sufrirán esos efectos en la edad adulta y, si son niñas, los transmitirán a la generación siguiente.

**Cambio de las tasas de mortalidad por enfermedades no transmisibles relacionadas con la dieta**



Nota: Los datos se refieren a individuos de 65 años o más en 42 países, en los periodos 1960-1964 y 1985-1989

Fuente: OMS

**La insuficiencia de hierro** es la deficiencia nutricional más común en el mundo de hoy. Durante la infancia y la niñez puede entorpecer el aprendizaje y la capacidad para resistir las enfermedades. El letargo que ocasiona en los adultos reduce la capacidad de éstos para trabajar y cuidar de sus familias y hogares. En todo el mundo hay más de 2000 millones de personas que padecen de anemia o insuficiencia de hierro, la mayoría de ellas en países

**Ejemplos del apoyo brindado por el OIEA a los programas de nutrición humana (1990-1994)**

	Investigación y asistencia técnica*	Capacitación y seminarios**
Alemania	1	
Argentina	1	
Australia	2	
Bangladesh	4	1
Bolivia	1	
Brasil	2	2
Camerún	1	4
Canadá	2	1
Chile	3	2
China	3	2
Eslovenia	2	
España	1	
Estados Unidos	11	4
Etiopía		4
Filipinas	1	2
Finlandia	1	
Francia	1	
Ghana		2
Guatemala	2	
Hungría	1	
India	6	20
Indonesia	2	1
Irán	1	
Italia	1	
Jamaica	2	
Kenya		4
Madagascar		1
Malasia	3	2
Mauricio		1
México	1	
Myanmar	1	2
Nepal		1
Nigeria		2
Países Bajos	1	
Papua Nueva Guinea	1	
Paquistán	2	1
Perú	2	1
Polonia	1	1
Portugal	1	
Reino Unido	5	2
República Checa	1	3
Rumania	1	1
Senegal		2
Sierra Leona		2
Sri Lanka	1	1
Sudán	1	2
Tailandia		2
Tanzania		2
Turquía	1	
Uganda		1
(antigua) URSS	1	
Venezuela	1	1
Zaire		1

\* Número de proyectos (incluidos los acuerdos de investigación)

\*\* Número de participantes/estudiantes

en desarrollo. La pérdida de sangre durante la menstruación hace que las mujeres en edad reproductiva sean especialmente vulnerables. La anemia contribuye a las altas tasas de mortalidad materna, al bajo peso de nacimiento y al incremento de la mortalidad infantil.

**La insuficiencia de yodo** afecta la producción de las hormonas del tiroides que regulan el crecimiento y las funciones del cerebro y el sistema nervioso, así como el calor y la energía corporales. Un bajo nivel de producción de hormonas del tiroides puede reducir la capacidad física y mental del individuo. En las mujeres embarazadas, la insuficiencia de yodo puede provocar abortos espontáneos y el nacimiento de niños muertos. Puede causar daños cerebrales en el feto o en el recién nacido, así como retraso mental en la niñez. Se calcula que más de mil millones de personas viven en zonas de riesgo de insuficiencia de yodo. Doscientos millones padecen de bocio —agrandamiento de la glándula tiroides en el cuello— mientras 26 millones sufren retraso mental a causa de esa insuficiencia.

**La insuficiencia de vitamina A** es la causa más común de la ceguera infantil evitable, reduce la efectividad del sistema inmunológico, y retarda el crecimiento y el desarrollo. Al menos 40 millones de niños en edad preescolar padecen de insuficiencia de vitamina A, y de ellos 13 millones presentan ya algunos daños de la visión. Todos los años, un total de medio millón de niños en edad preescolar sufren de ceguera parcial o total por insuficiencia de vitamina A. Aproximadamente las dos terceras de ellos mueren pocos meses después de haber perdido la visión. La falta de vitamina A y de otros nutrientes esenciales también hace que los niños sean más vulnerables a los graves efectos de enfermedades como el sarampión, la diarrea y las infecciones respiratorias. Algunos estudios indican que incluso la insuficiencia moderada de vitamina A puede atrofiar

**Síntesis de algunas técnicas isotópicas utilizadas en los estudios sobre nutrición humana**

Técnica	Aplicación
Estudio de trazadores de isótopos radiactivos (con conteo de muestras)	Composición corporal (agua marcada con tritio) Estudio <i>in vivo</i> de la incorporación y biodisponibilidad de hierro (hierro 59/hierro 55) Estudio <i>in vitro</i> de dializabilidad de hierro (hierro 59)
Radioinmunoanálisis	Nivel de hierro (sobre la base de ferritina en el suero) Nivel de yodo (sobre la base de las hormonas T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub> , TSH)
Técnicas de análisis nuclear (por ejemplo, el AAN)	Contenido de oligoelementos en alimentos, dietas y tejidos humanos
Conteo corporal	Composición corporal (masa corporal magra— potasio 40) Incorporación y biodisponibilidad de micronutrientes esenciales, por ejemplo, hierro (hierro 59) y cinc (cinc 65)
Análisis de activación neutrónica (AAN) <i>in vivo</i>	Composición corporal (nivel total de nitrógeno, calcio, etc. en el cuerpo)
Estudio de trazadores isotópicos estables	Composición corporal (agua marcada con deuterio) Metabolismo de sustrato (aminoácidos, grasas y otros elementos marcados con carbono 13 y nitrógeno 15) Gasto de energía (agua marcada con deuterio y oxígeno 18) Incorporación y biodisponibilidad de micronutrientes esenciales, por ejemplo, hierro, cinc y vitamina A utilizando los isótopos estables adecuados

el crecimiento y aumentar la gravedad de las infecciones, las tasas de mortalidad infantil y la transmisión del VIH de la madre al feto en el caso de las mujeres portadoras de ese virus.

### Técnicas isotópicas en estudios sobre la malnutrición por insuficiencia de micronutrientes

Muchos micronutrientes, tanto las vitaminas como los oligoelementos, que son de importancia vital en la nutrición humana, se pueden estudiar mediante técnicas isotópicas.

**Hierro.** En cualquier estudio sobre la nutrición con hierro reviste importancia fundamental la absorción real de hierro por el organismo (por ejemplo, a partir de un alimento o una comida) en forma metabólica activa. Ya existen amplios conocimientos al respecto. Por ejemplo, la cantidad que se absorbe depende en gran medida de la fuente de hierro (ya sea una carne o un vegetal) y de la presencia de otras sustancias como la vitamina C (en las frutas y algunos vegetales), el fitato (en algunos cereales) y el tanino (en el té). No obstante, queda mucho por conocer acerca de las interacciones entre esos elementos y sobre cómo optimizar la absorción de hierro mediante la selección adecuada de los alimentos disponibles localmente y el uso de métodos de elaboración de alimentos como la fermentación y la germinación.

Las técnicas isotópicas ofrecen la única vía directa para medir la absorción y biodisponibilidad de hierro y se les considera muy acertadamente una especie de "norma de oro" para los estudios sobre los niveles de hierro en los seres humanos. La forma más común de utilizar ese método se basa en la introducción de isótopos radiactivos de hierro (hierro 55 y hierro 59) en hematiés, después de haber marcado extrínsecamente el alimento o la dieta que se ensayará y de haberla suministrado a los sujetos seleccionados para el ensayo. Se toman muestras de sangre durante un período de dos a cuatro semanas, y se procesan en un contador de centelleo líquido. El hierro 59 también se puede medir con un contador corporal. Más recientemente, en algunos países se ha preferido el uso de isótopos estables (hierro 54, 57 y 58) medidos con espectrometría de masas porque, al no haber dosis de radiación, permiten realizar estudios en niños y mujeres embarazadas.

Otro método útil, aunque menos exacto, es uno en que no hay que utilizar sujetos de prueba. El alimento que será objeto de la prueba es sometido en el laboratorio a un proceso de digestión *in vitro* en condiciones que reproducen lo que sucede en el estómago. Se calcula la liberación de hierro en especies de bajo peso molecular con ayuda de un trazador de hierro 59 tras un proceso de diálisis a través de una membrana sintética. Este método de exploración es muy útil y rápido.

Los métodos isotópicos resultan útiles también para evaluar los niveles de hierro en personas y grupos poblacionales sobre la base de mediciones de la ferritina en el suero. Un bajo nivel de ferritina en el suero refleja agotamiento de las reservas del hierro del organismo y es el indicio más concreto de la

insuficiencia de hierro. El inmunoanálisis —ya sea el radioinmunoanálisis (RIA) o el análisis a base de enzimas (ELISA)— es la única técnica disponible actualmente para medir la ferritina.

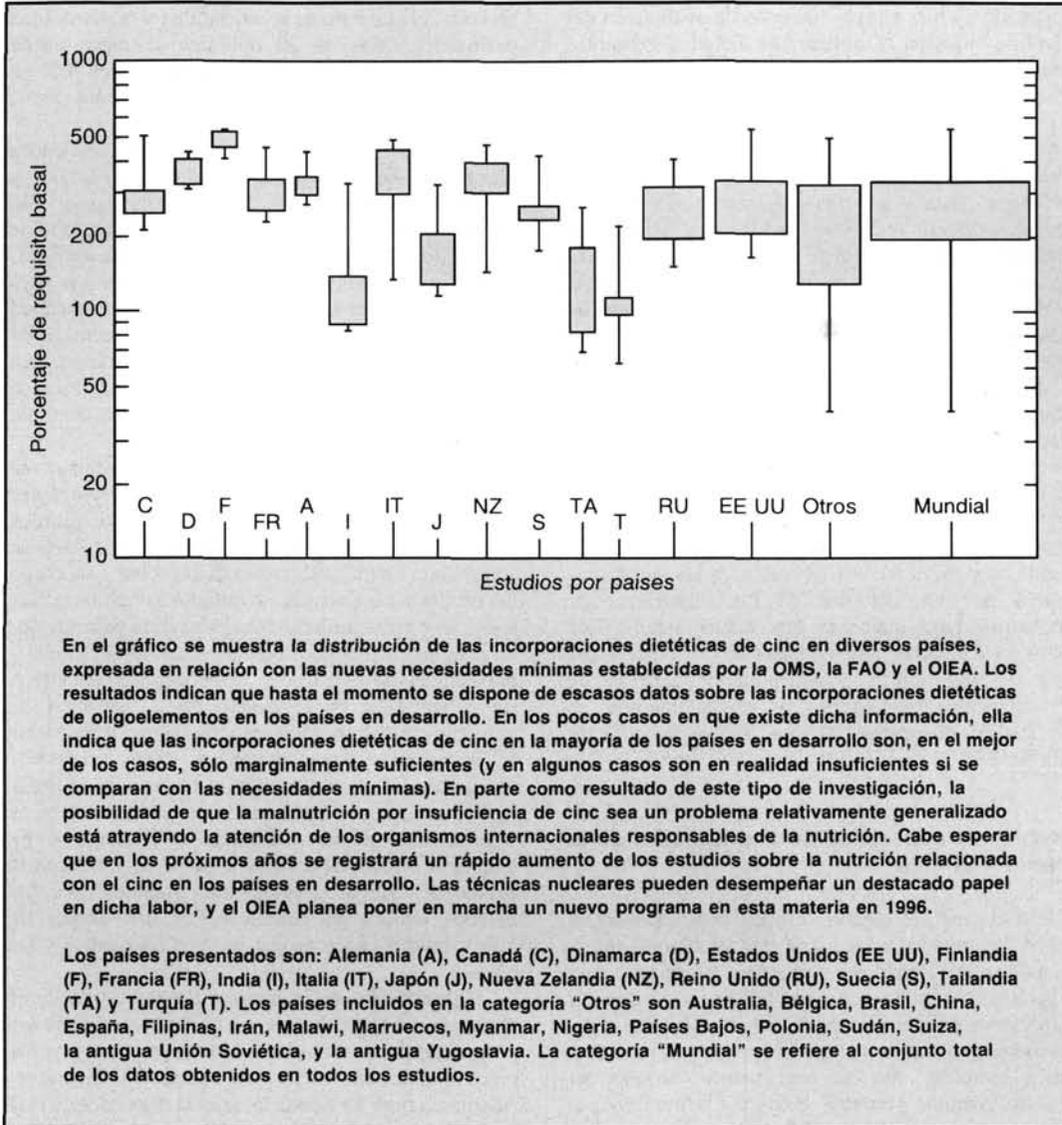
**Yodo.** Por lo general, las zonas de insuficiencia endémica de yodo se determinan con mediciones de la liberación de yodo en la orina (utilizando técnicas no nucleares). No obstante, en ocasiones se pueden obtener otras informaciones útiles sobre el estado nutricional de yodo de una persona o un grupo poblacional observando los niveles de hormonas relacionadas con el tiroides en el suero sanguíneo. La insuficiencia de yodo entre moderada y grave provoca alteraciones en el régimen de secreción de hormonas del tiroides y, en consecuencia, en las concentraciones de éstas en el suero. El inmunoanálisis es la técnica adecuada para esas pruebas de determinación. Se basa en la utilización de anticuerpos como agentes de enlace específicos para detectar diversas muestras para análisis (en este caso, hormonas relacionadas con el tiroides como las T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y TSH). Ofrece un alto grado de especificidad, sensibilidad y efectividad. Los métodos RIA y ELISA son las dos técnicas de inmunoanálisis adecuadas para esa prueba. Los centros que ya tienen acceso al RIA suelen preferirlo por ser más efectivo; además, como demuestran varios programas del OIEA, también puede resultar muy económico si se utilizan reactivos a granel, algunos de los cuales se pueden producir localmente.

**Vitamina A.** Los métodos isotópicos para estudiar la vitamina A aún no están tan desarrollados como los que se aplican para determinar los otros micronutrientes antes mencionados. Sin embargo, es indudable que tendrán aplicaciones de singular valor en la evaluación de los niveles de vitamina A, por ejemplo, mediante mediciones de la eliminación en plasma de una dosis de prueba de retinol marcado con isótopos. Para los estudios en seres humanos el marcador isotópico que generalmente se utiliza es el deuterio.

El UNICEF, la OMS y otros organismos ya han emprendido programas en gran escala destinados a prevenir los trastornos por insuficiencia de vitamina A. Parte de esos programas consiste en el suministro de vitamina A, la modificación de las dietas a fin de elevar la incorporación de dicha vitamina (lo cual puede resultar costoso) o de su precursor, el betacaroteno (que proviene de fuentes vegetales y puede ser menos costoso), el reforzamiento de los alimentos con vitamina A, así como programas sobre la lactancia materna. Se espera que los métodos isotópicos que se están creando mejoren significativamente la evaluación de los niveles de vitamina A en los países en desarrollo.

**Otros oligoelementos.** Las técnicas isotópicas —especialmente los métodos analíticos nucleares como el análisis por activación neutrónica (AAN)— son especialmente útiles para estudiar los oligoelementos en alimentos y dietas. De particular interés son los oligoelementos esenciales como el cobre, el manganeso, el selenio y el cinc (además del hierro y el yodo ya mencionados), y los elementos tóxicos como el arsénico, el cadmio y el mercurio. En un programa de investigación realizado recientemente en 16 países con apoyo del OIEA, el AAN fue la téc-

### Incorporaciones dietéticas de cinc: Panorámica de los estudios realizados en diversos países



nica escogida para 14 de los 24 elementos de interés, y sirvió como procedimiento de control de calidad para otros cuatro elementos.

**Programas y planes del OIEA en zonas en que existe malnutrición por insuficiencia de micronutrientes.** Desde 1990 el OIEA viene apoyando un programa coordinado de investigación (PCI) en 11 países sobre "Estudios con ayuda de isótopos de la biodisponibilidad de hierro y cinc en la dieta humana", cuyo principal objetivo ha sido obtener información vital para la planificación y puesta en práctica de programas nacionales de nutrición sobre la diversificación y modificación de las dietas, el reforzamiento de los alimentos y los suplementos de micronutrientes, así como evaluar la eficacia de los esfuerzos de intervención.

Se prevé continuar esa labor en colaboración con la OMS. El objetivo es lograr una mejor comprensión de las relaciones cuantitativas que existen entre la absorción del hierro de los alimentos a partir de una comida y las cantidades de los principales componentes de los alimentos que se sabe que

afectan la biodisponibilidad de hierro. (Un ejemplo sencillo de la importancia de estas interacciones es que beber té junto con la comida bloquea casi completamente la absorción de hierro.)

También se espera que durante 1995 y 1996 el OIEA apoye varios proyectos de cooperación técnica en Africa y América Latina, dirigidos, entre otras cosas, a la creación de alimentos ricos en hierro para el destete de los bebés utilizando productos alimenticios locales. Para este trabajo se necesitan diversas técnicas isotópicas *in vivo* e *in vitro* con el empleo de trazadores isotópicos radiactivos y estables.

En cuanto a la *nutrición* con yodo, el OIEA aún no ha apoyado directamente ningún trabajo al respecto. Sin embargo, muchos programas han brindado un apoyo indirecto, especialmente en cuanto al uso del RIA para el diagnóstico del hipotiroidismo neonatal (que por lo general es consecuencia de la insuficiencia nutricional de yodo de la madre).

Se han planificado nuevos programas del OIEA sobre la malnutrición por insuficiencia de vitamina A, entre ellos un PCI que comenzará en 1995,

destinado a crear nuevos métodos de evaluación del nivel de vitamina A, aplicar los métodos existentes cuando sea factible y crear nuevos modelos para interpretar los datos cinéticos de los isótopos. Además, se brindará apoyo a un nuevo campo de investigación que abarca la producción de alimentos marcados intrínsecamente con isótopos de carbono e hidrógeno para evaluar la conversión biológica de carotenoides en condiciones dietéticas y fisiológicas específicas. En tercer lugar, el OIEA apoyará el uso de algunas técnicas en un proyecto conjunto con la OMS de intervención en materia de nutrición en América Latina, que comenzará a finales de 1994 o principios de 1995.

Respecto de los oligoelementos, los datos obtenidos en investigaciones apoyadas por el OIEA que comprenden 25 grupos de estudios en 16 países ya han sido utilizados en la preparación de documentos de trabajo para la Consulta de Expertos OMS/FAO/OIEA sobre oligoelementos en nutrición humana. (Un informe que se publicará próximamente propondrá nuevos valores para las incorporaciones por vía dietética de los oligoelementos necesarios para mantener una buena salud.) Los datos mencionados también han sido un aporte a una base de datos sobre la incorporación dietética de 35 elementos secundarios y oligoelementos en 47 países diferentes. (Véase el gráfico de la página 23.)

### **Problemas especiales de malnutrición de la madre y el niño**

En el caso de algunos grupos poblacionales, a saber, las madres y los niños, los problemas nutricionales relacionados con las proteínas son especialmente graves. En acción sinérgica con las infecciones diarreicas, respiratorias y de otro tipo, las dietas deficientes durante la primera infancia dan pie a estancamiento del crecimiento, retraso del desarrollo motor y mental, daños al sistema inmunológico, y a mayores riesgos de complicaciones y muerte a causa de enfermedades infecciosas.

Si bien esta forma de malnutrición es consecuencia en parte de una cantidad insuficiente de alimentos, un factor importante que contribuye a ella es la calidad y la diversidad inadecuadas de la dieta. Las infecciones también contribuyen apreciablemente a la malnutrición por deficiencia de alimentos proteicos y energéticos; provocan cierta anorexia, elevan las tasas metabólicas y desvían las proteínas y otros nutrientes importantes para el mantenimiento y el crecimiento hacia los procesos destinados a combatir las infecciones.

En los países en desarrollo, los niños pobres menores de cinco años padecen entre cinco y diez episodios de enfermedades infecciosas anualmente, así como infecciones subclínicas. El riesgo de morir a causa de una enfermedad determinada se duplica entre los niños con malnutrición ligera y se triplica entre los que padecen malnutrición moderada.

En el caso de las mujeres, las deficiencias de alimentos proteicos y energéticos en la edad reproductiva aumentan el riesgo materno durante el nacimiento y provocan bajos pesos del recién nacido,

así como el aumento de la morbilidad y la mortalidad perinatales. Más de 20 millones de niños nacen anualmente bajos de peso, de ellos más del 90% en los países en desarrollo y, en la mayoría de los casos, a causa de la malnutrición de la madre.

Es indudable que el acceso sostenido a cantidades adecuadas de alimentos nutritivos ayudaría a resolver los problemas de la desnutrición. Sin embargo, no es un objetivo que pueda alcanzarse de inmediato. Para que este propósito se haga realidad, un factor vital en la creación de intervenciones para resolver esos problemas nutricionales es la capacidad de hacer evaluaciones nutricionales correctas y de recomendar alimentos que mejoren la nutrición, a la vez que se hace un uso eficiente de los escasos recursos. Las técnicas isotópicas son especialmente idóneas para esas aplicaciones.

Las técnicas isotópicas han sido ampliamente utilizadas en los países industrializados para obtener una importante información que en los dos últimos decenios ha contribuido palpablemente a que se comprenda mejor la nutrición de proteínas, así como las necesidades energéticas durante los últimos diez años. Es posible utilizarlas como ayuda para formular programas prácticos de intervención nutricional y para supervisar su eficacia. Los programas del OIEA sobre nutrición en el campo de la nutrición de alimentos proteicos y energéticos aspiran a transferir las tecnologías isotópicas y otras afines existentes, con adaptaciones o sin ellas, a los países en desarrollo, así como a fomentar la creación de técnicas y protocolos nuevos. Ese tipo de trabajo se ha ampliado considerablemente a partir de 1992 con la ayuda de nuevos fondos suministrados por los Estados Unidos de América. Los dos grupos de mayor interés en los programas son las madres y los niños.

**Malnutrición de la madre.** Las investigaciones realizadas en todo el mundo han demostrado que los programas de nutrición destinados a las madres y los niños malnutridos mejoraron su salud y bienestar. Además, como ha quedado demostrado en América Central, los suplementos nutricionales recibidos por una generación pueden repercutir en las generaciones subsiguientes. Uno de los aspectos más importantes de la nutrición materna es la nutrición durante el embarazo, especialmente en lo tocante al aumento de peso en esa etapa. A menudo se supone que las madres que experimentan un aumento de peso relativamente mayor durante el embarazo tendrán niños más sanos y reducen el riesgo de tener niños con bajo peso al nacer.

**Aplicaciones de las tecnologías isotópicas en estudios para mejorar el resultado del embarazo.** La composición corporal de la madre durante el embarazo —y su relación con la incorporación dietética y el resultado del embarazo— se evalúa midiendo su composición corporal antes de la concepción y comparándola con la que posee durante el embarazo y después del parto. Esa información es parte de la utilizada como base para las evaluaciones de las necesidades de nutrientes en el embarazo, lo cual constituye un tema vital en los países en desarrollo.

El otro campo con amplias repercusiones prácticas es el de las necesidades de energía durante el

embarazo. La FAO, la OMS y la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) han presentado conjuntamente estimaciones basadas en un cálculo aceptado de 335 MJ de necesidad total de energía durante el embarazo. No obstante, se piensa que el pequeño incremento de los requisitos de energía observado para todo el embarazo se debe a las reducciones inherentes de actividad física, especialmente en el caso de mujeres sin acceso a una dieta adecuada. En general, si no se satisfacen las necesidades energéticas propias del embarazo ello haría que los bebés tuvieran un bajo peso al nacer, reduciría la capacidad de trabajo de la embarazada durante dicha etapa, disminuiría las reservas de grasa que podrían necesitarse como fuente de energía durante la lactancia, y/o reduciría la actividad física. El OIEA continúa participando en estudios realizados en países en desarrollo, en los cuales se miden las reservas corporales de grasa utilizando técnicas isotópicas.

**Programas de nutrición materna apoyados por el OIEA.** El OIEA ha hecho dos aportes notables al mejoramiento de la nutrición materna durante el embarazo. El primero fue el apoyo que brindó, conjuntamente con el Grupo de Consultoría Internacional sobre Energía Dietaria (IDECG), a un informe sobre las bases científicas y las aplicaciones prácticas del método de agua doblemente marcada (ADM) para medir el gasto de energía\*. Además, el OIEA ha apoyado varios estudios, con participación de varias instituciones o individuales, sobre el gasto de energía durante el embarazo. Los resultados de algunos de estos estudios sirvieron de base en parte para la reevaluación de los requisitos energéticos de la dieta que actualmente realizan la FAO, la OMS, el IDECG y la UNU.

El método ADM, creado por Nathan Lifson y modificado por investigadores de todo el mundo, es una forma de calorimetría directa que se basa en la eliminación diferencial del deuterio y el oxígeno 18 del agua corporal luego de recibir una dosis de esos isótopos estables. Una vez administrados, los dos isótopos corren distinta suerte; sus tasas de eliminación son diferentes: el deuterio es eliminado sólo en forma de agua mientras el oxígeno 18 se elimina como agua más dióxido de carbono. Por tanto, la diferencia entre ambas tasas de eliminación constituye la medida de la producción de dióxido de carbono durante el período de observación, que generalmente es de cuatro a 21 días.

La medición del gasto de energía del cuerpo es importante por varias razones. Concretamente, ofrece informaciones muy valiosas para una gran variedad de evaluaciones de las intervenciones nutricionales. Por ejemplo, los suplementos dietéticos para niños anteriormente desnutridos pueden aumentar la energía disponible no sólo para el crecimiento sino también para la actividad física, lo cual podría ser muy importante en función del rendimiento escolar o deportivo. Entre las madres embarazadas o

lactantes, el esfuerzo por mantener el embarazo y la lactancia podría reducir la energía disponible para otras funciones, incluida la actividad física.

A los niños que padecen de trastornos respiratorios como alergias o fibrosis quística se les prescriben medicamentos que les facilitan la respiración. Sin embargo, ese tratamiento podría tener como efecto secundario el aumento del gasto de energía, lo cual afectaría de manera negativa e indirecta el aumento de peso del niño.

Si se desea proporcionar una incorporación dietaria adecuada, es indispensable que se comprendan las interacciones entre las diversas funciones humanas que exigen mucha energía y para ello es menester medir el gasto de energía.

**Malnutrición de los niños.** En los niños con malnutrición proteica y energética, las necesidades nutricionales son mayores que en los niños bien nutridos. Eso se debe a que la necesidad de reponer los déficit de peso se suma a los requisitos nutricionales para el mantenimiento y el crecimiento normales. Como el crecimiento es uno de los indicadores más universalmente aplicados del estado nutricional de los niños, se pueden analizar las desviaciones de los modelos normales de crecimiento para conocer la gravedad de la subnutrición y qué paliativo aplicar a ese problema. Para que un niño desnutrido recupere su peso y composición corporales normales mediante una nutrición adecuada, es preciso saber si su composición corporal ha sido afectada o no por los déficit nutricionales.

Una de las vías para obtener esa información es la antropometría, método en que se utilizan mediciones del peso, la estatura, la circunferencia del brazo y el grosor de la piel para calcular la composición corporal. No obstante, este método es sólo una estimación. Las ecuaciones que relacionan las mediciones antropométricas con la composición corporal se basan en valores poblacionales específicos que se consideran adecuados para el individuo, y que han sido validados frente a mediciones más fiables de la composición corporal utilizando métodos isotópicos, entre otros.

**Aplicaciones de las tecnologías isotópicas en estudios para mejorar la nutrición de los niños.** En este caso también, un método directo ampliamente utilizado es la medición del total de agua corporal mediante la dilución de deuterio y oxígeno 18. En el análisis del crecimiento no intervienen sólo la estatura y el peso, sino que comprende además evaluaciones de la composición corporal.

El deuterio y el oxígeno 18 pueden utilizarse sin exponer a los individuos a las radiaciones y sin sacrificar la precisión de las mediciones. No siempre se considera ético el uso de trazadores radiactivos (como el tritio) en investigaciones en que participen niños o mujeres en edad reproductiva, o en aplicaciones que entrañen mediciones reiteradas en una misma persona dentro de un período corto. El deuterio comenzó a sustituir al tritio a medida que fueron avanzando las tecnologías de cromatografía en fase gaseosa, medición de absorción infrarroja y espectrometría de masas de relación isotópica, y que la precisión de estos métodos se hizo aceptable. Más recientemente se comenzó a utilizar oxígeno 18 como trazador para medir el total de agua corporal

\* *The Doubly Labelled Water Method for Measuring Energy Expenditure: Technical Recommendations for Use in Humans.* Este manual abarca los principales aspectos teóricos y prácticos del método y ha sido distribuido a investigadores de 38 países. Se puede solicitar más información a los autores.

ya que evita el intercambio del marcador con el hidrógeno no acuoso en el cuerpo y, en consecuencia, la posibilidad de sobreestimar el volumen de agua corporal. La limitación más importante para utilizarlo ampliamente es su costo, que excede en aproximadamente 100 veces el del deuterio.

**Programas de nutrición de la niñez apoyados por el OIEA.** Mediante aplicaciones en que se utilizan deuterio, oxígeno 18 y carbono 13, el OIEA ha hecho notables aportes al mejoramiento de las formulaciones dietéticas para niños que padecen de malnutrición grave. Se utilizaron mediciones de la composición corporal, la deposición de proteínas y el gasto de energía con miras a definir un tratamiento dietario para niños malnutridos que permitiera acelerar apreciablemente el aumento de peso sin afectar la cantidad de tejido magro. La intervención dietética logró reducir en un 50% el tiempo de hospitalización.

Especialmente en el caso de los niños de países en desarrollo, la subnutrición y las infecciones actúan sinérgicamente y reducen la cantidad de nutrientes disponibles para el crecimiento, agotan las reservas de energía, y elevan marcadamente la morbilidad y la mortalidad. Si comprendemos mejor los efectos que ejercen las infecciones sobre el metabolismo en grupos poblacionales subalimentados, estaremos en mejores condiciones de brindar los alimentos adecuados para reducir la morbilidad y la mortalidad. Los métodos que utilizan isótopos estables nos dan esa posibilidad. Se están utilizando métodos isotópicos en los nuevos programas dedicados a medir las tasas sintéticas de proteínas específicas portadoras de nutrientes, así como las tasas sintéticas de proteínas producidas por el cuerpo en respuesta a los estímulos inmunogénicos. En la actualidad, grupos de científicos de países en desarrollo y países industrializados realizan las dos clases de estudio.

Por ejemplo, un equipo de investigadores está estudiando la forma en que las infecciones pueden alterar los requisitos dietéticos de proteínas y aminoácidos de los niños. Ese trabajo abarca la cuantificación del efecto relativo de infecciones específicas en el metabolismo y el anabolismo de las proteínas, utilizando aminoácidos marcados con carbono 13 y nitrógeno 15. Para medir los enriquecimientos isotópicos se utilizan cromatografía en fase gaseosa-espectrometría de masas (CGEM), CGEM de combustión, o espectrometría de masas de relación isotópica. El equipo también está evaluando el efecto de la vida en grandes alturas sobre el metabolismo de las proteínas en niños desnutridos. Han elaborado y están validando un protocolo básico para evaluar las tasas del metabolismo de proteínas y de aminoácidos en el terreno, utilizando métodos no invasivos de aplicación factible en condiciones de terreno. El equipo se propone utilizar los datos así obtenidos para crear un suplemento alimentario que satisfaga de manera más eficaz las necesidades de proteínas y aminoácidos concretos, lo que redundaría en un uso eficiente de los nutrientes para el crecimiento.

## La nutrición y los ancianos

Otro grupo poblacional fuertemente afectado por los problemas relacionados con la nutrición son los ancianos. En muchos países existe especial preocupación por la enfermedad conocida por osteoporosis. Esta grave enfermedad de los huesos que afecta a los ancianos (especialmente a las mujeres después de la menopausia) limita gravemente la calidad de la vida e impone una carga cada vez mayor a los sistemas de atención de la salud de muchos países. Se caracteriza por una baja masa ósea y por el deterioro microestructural del tejido óseo, lo que eleva la fragilidad de los huesos y hace que las fracturas de caderas y vértebras sean más frecuentes.

Mucho queda por conocer sobre la etiología de la enfermedad, sobre las diferencias en su incidencia y gravedad entre grupos poblacionales que viven en diferentes países, al igual que sobre la forma de prevenirla y optimizar el diagnóstico y la terapia cuando se presenta el mal. Si bien existe consenso en cuanto a que la osteoporosis es una enfermedad en la que inciden múltiples factores, apenas se duda de que la nutrición es uno de los principales factores que se deben tener en cuenta. Entre los muchos componentes de la dieta que podrían ser importantes figuran varios elementos secundarios (por ejemplo, calcio, magnesio y sodio) y oligoelementos (por ejemplo, cadmio, cobre, manganeso y cinc). Las técnicas analíticas nucleares como el AAN son especialmente adecuadas para determinar esos elementos en los alimentos, las dietas y los tejidos del cuerpo humano, incluidos los huesos.

El OIEA inició recientemente un nuevo programa coordinado de investigación sobre el tema. El programa se centrará en la determinación de la edad en que existe el máximo de masa ósea en cada grupo de estudio, así como en la cuantificación de las diferencias en la densidad ósea como funciones de la edad y el sexo de los integrantes de cada grupo de estudio. Asimismo, se cuantificarán las diferencias entre los grupos de estudio de diferentes países. Se realizarán otros estudios complementarios con AAN sobre la nutrición con oligoelementos en personas de los distintos grupos de estudio.

### La radiación, la sanidad humana y las investigaciones sobre nutrición

En los últimos años se ha registrado un considerable aumento de la percepción de los riesgos propios de las radiaciones de bajo nivel. En consecuencia, existe ahora mucha mayor preocupación sobre el uso de radisótopos en las investigaciones científicas, especialmente si se administran a individuos normales y saludables (y, como es natural, principalmente si se trata de niños o mujeres embarazadas).

Muchas técnicas radisotópicas son técnicas *in vitro*, lo que significa que el isótopo se utiliza en el laboratorio como parte del proceso de análisis. Al individuo no se le administra isótopo alguno, por lo que no está expuesto a ningún riesgo radiológico. (El único posible riesgo es para el científico que realiza el análisis, quien, por lo general, se considera un trabajador expuesto a las radiaciones y debe seguir los procedimientos adecuados para reducir al mínimo la dosis de radiación que reciben él o ella y sus compañeros de trabajo. Los riesgos posibles son mínimos o casi inexistentes y este tipo de trabajo es aceptado mundialmente como práctica normal por el personal médico y otros trabajadores expuestos a las radiaciones.)

No obstante, en algunas clases de estudios sobre nutrición el método menos costoso consiste en administrar un trazador de radisótopos a un individuo (un voluntario). La dosis de radiación suministrada en los estudios de esa índole es muy pequeña. Por ejemplo, en un estudio *in vivo* típico sobre la incorporación de hierro en el que se use la técnica isotópica doble de hierro 55/hierro 59, la dosis que reciben los órganos más expuestos es de alrededor de 0,4 mSv. Esta dosis está claramente dentro del rango de variaciones de la exposición normal anual de fondo a las radiaciones (por ejemplo, por vivir en medios geoquímicos diferentes o a diferentes alturas). Dicho de otra manera, es inferior a la dosis emitida por un equipo convencional moderno de radiografía de diagnóstico de tórax, o casi igual a la dosis *adicional* de radiación que recibiría el pasajero de una aerolínea al cruzar diez veces el Atlántico. A pesar de que dichas dosis cumplen cabalmente las guías éticas internacionales de la OMS para la investigación biomédica en seres humanos, actualmente existe el criterio general de que conviene excluir a los niños y a las mujeres embarazadas de los estudios con radisótopos.

Especialmente en el caso de niños y mujeres embarazadas, la técnica preferida hoy día es emplear un isótopo estable en lugar de uno radiactivo (por ejemplo, hierro 58 en lugar de hierro 59). Aunque las metodologías que se utilizan son generalmente más complejas y más costosas, el uso de isótopos estables no entraña riesgo radiológico para el individuo y, por tanto, puede justificarse ante los comités de ética aun para estudios en niños muy pequeños. Los programas del OIEA también están fomentando el uso de esas técnicas.

**Nutrición, inmunidad y radiación de bajo nivel.** Otro tema de especial interés es el efecto de las radiaciones sobre el sistema inmunológico. La irradiación es sólo uno de varios factores que pueden afectar el nivel general del estado inmunológico de una población, entre los que se cuentan la nutrición y los elementos químicos ambientales tóxicos. Casi todas las investigaciones sobre el estado inmunológico realizadas hasta la fecha se han concentrado en sólo un factor cada vez, haciendo casi siempre caso omiso de los restantes. En las poblaciones expuestas a niveles de radiación superiores a los normales, suele ser difícil, o imposible, juzgar hasta qué punto los cambios del estado inmunológico guardan relación con la radiación y en qué medida podrían deberse a otros factores. En mayo de 1994 se celebró en la sede del OIEA, en Viena, una reunión del Grupo Asesor Mixto OIEA/OMS para arrojar más luz sobre esos temas. En particular, se encargó al Grupo la tarea de examinar la información sobre esas cuestiones y las actuales prioridades de investigación, así como de asesorar al OIEA sobre el objetivo y el alcance de trabajos futuros que pudieran organizarse dentro del marco de un programa coordinado de investigación (PCI). El PCI propuesto, que debe comenzar en 1996, se concentrará principalmente en los efectos de las radiaciones de bajo nivel en el estado inmunológico de grupos poblacionales. Las principales variables de interés son el nivel de exposición individual a las radiaciones y el estado nutricional. Entre los posibles grupos de estudio figuran las personas que viven en zonas con fondos muy radiactivos (por ejemplo, en países donde se sabe que existen de manera natural fondos de alta radiación, o a grandes alturas, o en zonas afectadas por el accidente de Chernobil). Entre otros posibles grupos están los trabajadores expuestos a las radiaciones y los trabajadores de las minas de uranio.

**Nutrición y protección radiológica.** A los efectos de la protección radiológica resulta conveniente calcular las dosis de radiación que reciben individualmente los órganos y el cuerpo en general sobre la base de un llamado "hombre de referencia". Se trata de un modelo conceptualizado de ser humano cuyas masas de órganos, funciones fisiológicas y otras características de importancia en la protección radiológica se han definido de manera normalizada. Recientemente, con la asistencia financiera del Japón, la División de Seguridad Nuclear del OIEA ha venido llevando a cabo un programa cuyo objetivo es perfeccionar el concepto de hombre de referencia mediante la recopilación de datos para un llamado hombre de referencia asiático. El programa, que debe comenzar en 1995, se ampliará con nuevos estudios concentrados en la nutrición y otros aspectos afines. Entre los elementos de principal interés están el cesio, el yodo, el estroncio, el torio y el uranio. Las muestras de interés primordial son, entre otras, dietas completas representativas a nivel nacional y alimentos básicos individuales. El análisis se realizará con técnicas analíticas nucleares y otras relacionadas con la actividad nuclear, junto con otras técnicas no nucleares, de acuerdo con las instalaciones existentes en los países que participen en el programa.