

# Instrumentación nuclear en Cuba para densitometría ósea

M. Marrero<sup>2</sup>, B. López<sup>1</sup>, L. Bolaños<sup>1</sup>, J. L. Fernández<sup>1</sup>,  
A. Cabal<sup>1</sup>, D. Medina<sup>1</sup>, J. Laria<sup>1</sup>, D. Alonso<sup>1</sup>

**E**l presente trabajo describe las características técnicas y funcionamiento de dos equipos clínicos diseñados en Cuba para la determinación *in vivo* del contenido mineral óseo en antebrazo, basados en la técnica de absorción gamma de un solo fotón. El desarrollo de estos equipos y las mediciones hechas con uno de ellos son los primeros intentos realizados en el país para diagnosticar enfermedades óseas mediante este método.

## Introducción

La determinación del contenido mineral óseo se considera de gran utilidad para predecir el riesgo de fractura del individuo, cuantificar el efecto de una enfermedad o droga sobre la masa ósea y monitorear los tratamientos de osteoporosis [1,2].

Los medidores de densidad ósea que se describen están concebidos sobre la base de la técnica de absorción gamma de un solo fotón, cuya utilidad se basa en su *no-invasividad* y bajo costo [4-7]. El diagnóstico de la osteoporosis, su detección temprana y tratamiento revisten gran importancia pues la expectativa de vida es cada vez mayor en ámbito mundial. Para la detección de esta enfermedad (además de algunos análisis clínicos) en

muchos lugares se emplea el clásico examen radiológico, que sólo arroja un claro diagnóstico cuando la enfermedad se encuentra en un estadio avanzado y se ha tornado irreversible.

Algunas otras técnicas obligan al paciente a mayores exposiciones o resultan considerablemente caras.

## Materiales y métodos

La medición de densidad ósea en antebrazo por absorciometría de simple fotón se basa en hacer atravesar el extremo distal del radio por un haz de fotones fuertemente colimado (usualmente una fuente radiactiva Am <sup>241</sup>) y midiendo la atenuación que sufre este haz. Así, tenemos distintos niveles de conteo en tejidos blandos y hueso (este último es el que ofrece mayor atenuación). A su vez, el hueso está conformado por dos tipos de tejido: el cortical y el trabecular. En los extremos laterales del corte transversal presentado en la figura, el tejido cortical se presenta transversalmente al haz de fotones, razón por la cual en esas zonas los conteos resultantes son mínimos.

En la Figura 1 se muestra el perfil de atenuación resultante de las mediciones con esta configuración.

<sup>1</sup> Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigaciones Científicas, La Habana, Cuba.

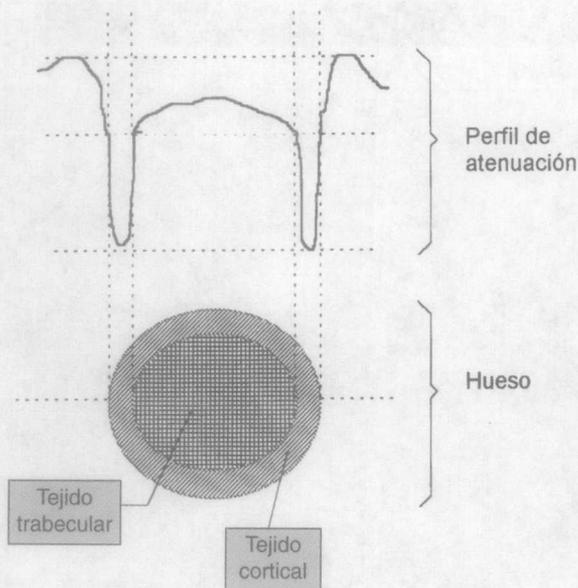


Figura 1. Atenuación de las radiaciones en los distintos tejidos del hueso.

### DEGOS 7032

El DEGOS 7032 es un equipo de aplicación clínica, cuya función es medir el contenido mineral óseo en el antebrazo. Basado en el microprocesador Z80. Consta de una unidad de detección

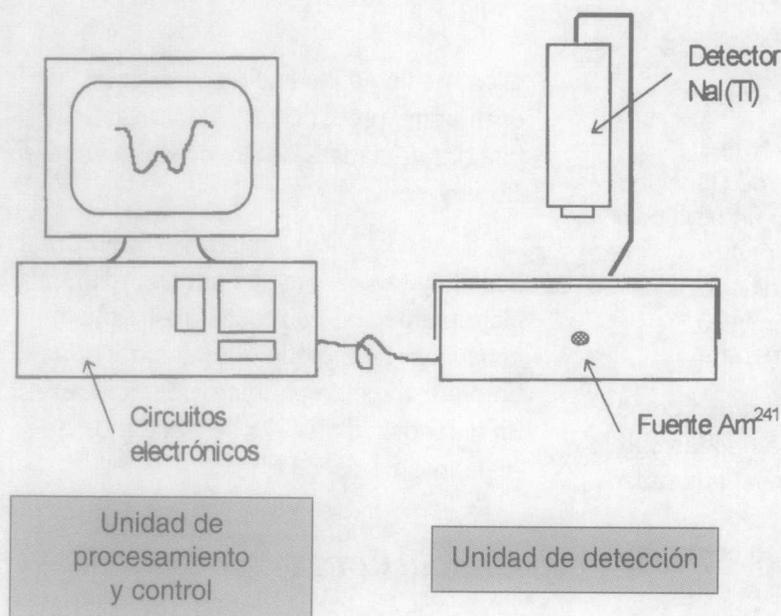


Figura 2. Configuración del DEGOS 7032.

(donde se coloca el antebrazo del paciente) y una unidad de procesamiento y control (figura 2).

En la **unidad de detección** se encuentra la fuente radiactiva unida en un brazo C al detector, lo que permite el movimiento conjunto de estos dos elementos en el plano horizontal en dirección transversal al hueso investigado, en pasos de 0,5 mm.

La **unidad de procesamiento y control** recibe los pulsos de la unidad de detección, los procesa y muestra la información al operador. Su elemento central es el microprocesador Z80-A. [8].

### Densitómetro óseo con base en PC

La diferencia fundamental con el anterior radica en la unidad de procesamiento y control, que ahora consiste en una computadora personal de procesador 80386 u 80486 con una tarjeta adicionada de adquisición de datos nucleares. La programación se realizó en el lenguaje Visual Basic 3.0.

Esto amplía las posibilidades y velocidad de procesamiento, permite mejorar la interfase con el usuario, obtener una mayor cantidad de información relacionada con el estudio realizado, no limita el número de estudios por almacenar en una sesión de trabajo y garantiza la posterior inclusión de estadísticas.

En la Figura 3, se muestra la pantalla en el régimen normal de trabajo del equipo.

En este nuevo desarrollo la interfase con el usuario resulta mucho más descriptiva y cómoda, además de que responde a las tendencias actuales al trabajar con menús, ventanas de diálogo, botones e iconos.

El programa cuenta además con un sistema de ayuda sensible al contexto.

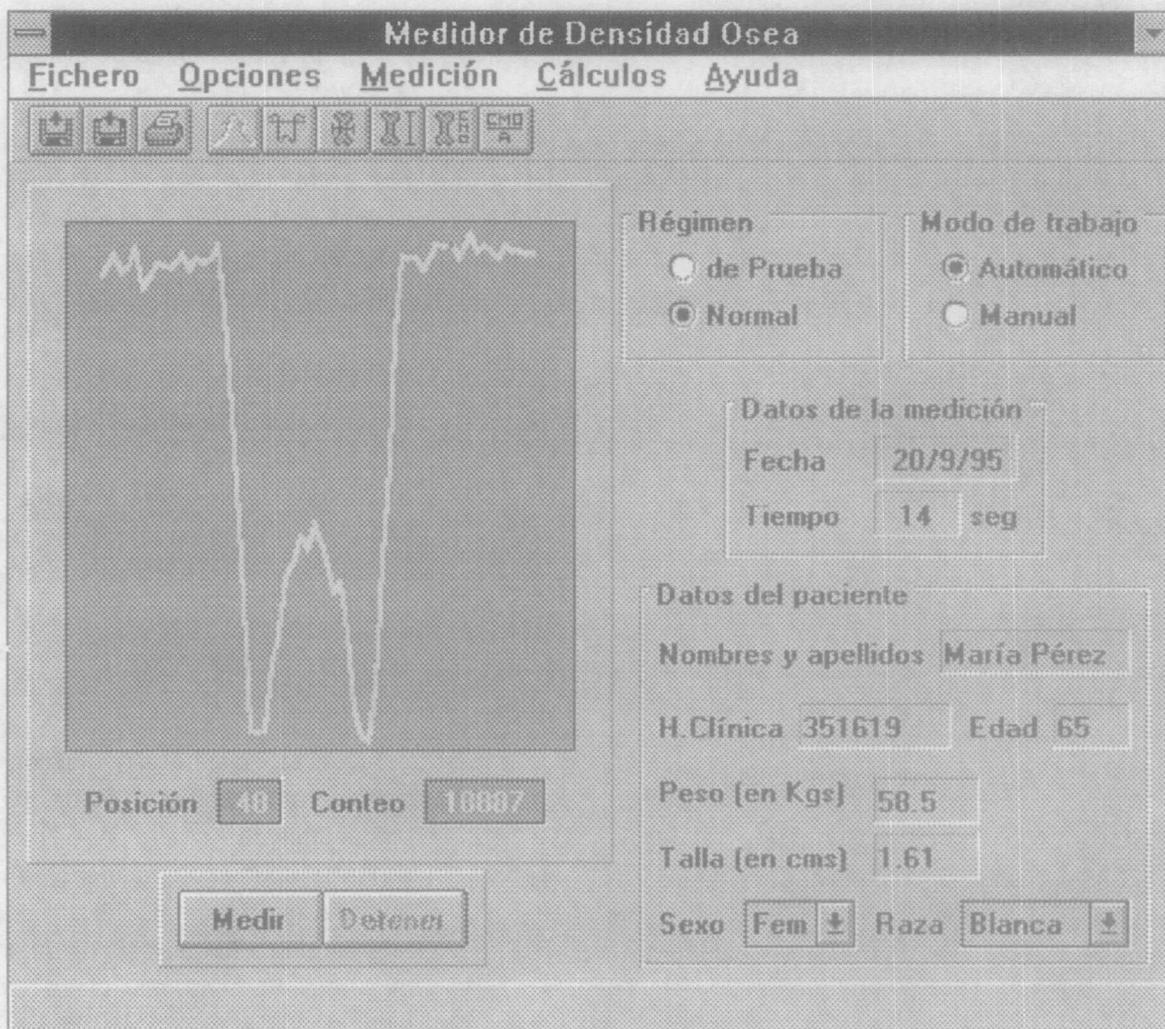


Figura 3. Pantalla de trabajo del DEGOS a PC

### Resultados y discusión

Con el objetivo de demostrar la efectividad del equipo Medidor de Densidad Osea DEGOS 7032 se elaboró un protocolo de ensayo clínico que permitiera su comparación con métodos de diagnóstico clínico que se emplean en la práctica médica desde la década del 1970 [9].

El ensayo clínico realizado arrojó como conclusión que las mediciones hechas con el equipo en el extremo distal del antebrazo permiten diferenciar al grupo de aparentemente sanos del grupo con fractura de cadera [10]. Además, como resultado del mismo se establecieron (por métodos estadísticos) franjas de densidad

ósea mediante las cuales se pueden estimar las probabilidades de riesgo de fractura de cadera de un individuo dado en Cuba.

Esta cuantificación se realiza en Cuba por primera vez, gracias al desarrollo de la instrumentación para este fin. Todo ello constituye un método que, unido a otras pruebas complementarias, permite realizar un diagnóstico efectivo de trastornos del metabolismo óseo.

### Conclusiones

El DEGOS 7032 recibió el *Registro Médico* que otorga el Centro de Control

Estatad de Equipos Médicos de Cuba (CCEEM), considerándolo **APTO** para la medición de la densidad ósea.

El desarrollo de densitómetros óseos es el primer intento realizado en Cuba de aplicar la técnica de absorción fotónica para diagnosticar enfermedades óseas. El estudio mediante el método de absorción fotónica no es muy costoso y el tiempo de exposición del paciente a las radiaciones es reducido. A pesar de surgir destinado a la ortopedia, tienen aplicación en otras especialidades o ramas de la medicina, como son la endocrinología y la nefrología, entre otras.

Un diagnóstico oportuno del contenido mineral óseo encierra un significado extraordinario desde el punto de vista social y económico.

### Referencias

1. Wahnerr, H.W., Eastell, R., *et al.* *Journal of Nuclear Medicine.* 2611, (1985).
2. Mazess, R.B., Peppler, W.W., *et al.* *Journal of Nuclear Medicine.* 253, (1984).
3. Cameron, J.R., Sorenson, J. *Sciences*, 142, (1963).
4. Nord, R.H. Norland Applications Note. *Fort Atkinson*, (1982), Wisconsin, U.S.A.
5. Nilas, L., Popenphant, J., *et al.* *Journal of Nuclear Medicine.* 286, (1987).
6. Nord, R.H. XXI *European Symposium on Calcified Tissues*, (1989), Jerusalem, Israel.
7. LUNAR DPX-L Bone Densitometer. *Lunar*, (1990), Wisconsin, U.S.A.
8. Bolaños, L.; López, B., *et al.* Equipo para el diagnóstico de enfermedades óseas. *Nucleus No. 17*, (1994), Cuba.
9. CNIC-CEADEN-Hosp. Ortopédico "Frank País". *Protocolo de Ensayos clínicos para el Medidor de Densidad Osea modelo 7032 "DEGOS"*.
10. CEADEN-CNIC. Informe final sobre el protocolo clínico para la evaluación del riesgo de fractura de cadera, realizado en el Hospital Ortopédico "Frank País".