

# ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA

VOLUMEN XIII

\*

Editoras

Magalí Civera Cerecedo  
Martha Rebeca Herrera Bautista



Instituto Nacional  
de Antropología  
e Historia



Consejo Nacional  
para la  
Cultura y las Artes



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS  
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA  
MÉXICO 2007

*Comité editorial*

Xabier Lizarraga Cruchaga  
Abigail Meza Peñaloza  
Florencia Peña Saint Martin  
José Antonio Pompa y Padilla  
Carlos Serrano Sánchez  
Luis Alberto Vargas Guadarrama

Todos los artículos fueron dictaminados

Primera edición: 2007

© 2007, Instituto de Investigaciones Antropológicas  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

© 2007, Instituto Nacional de Antropología e Historia  
Córdoba 45, Col. Roma, 06700, México, D.F.  
sub\_fomento.cncpbs@inah.gob.mx

© 2007, Asociación Mexicana de Antropología Biológica

ISSN 1405-5066

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización  
escrita del titular de los derechos patrimoniales

D.R. Derechos reservados conforme a la ley  
Impreso y hecho en México  
*Printed in Mexico*

# ESTUDIO IMAGENOLÓGICO EN UNA MUESTRA DE LA POBLACIÓN PREHISPÁNICA DEL CUAUHNÁHUAC, MORELOS

Aurelio Ballesteros Marisma  
Isabel Garza Gómez\*

*Radiología Clínica Cuernavaca, Morelos, México*

*\*Centro INAH-Morelos, México*

## RESUMEN

Se presenta el estudio imagenológico de 21 esqueletos de un entierro colectivo simultáneo del Postclásico tardío exhumado en Cuernavaca, Morelos, área geográfica conocida en la época prehispánica como el Señorío Cuauhnáhuac. El hallazgo radiológico más importante es el alto porcentaje de diferentes grados de esclerosis del tejido esponjoso, alteración vinculada en poblaciones vivas con trastornos metabólicos de calcio, los infartos óseos en el curso de anemias hemolíticas heredo-familiares y con otros procesos patológicos. Se presentan también los resultados de tomografía axial computarizada, técnica utilizada para el análisis comparativo de densidades esqueléticas entre huesos sanos y los que presentan las alteraciones señaladas, así como los obtenidos por ultrasonido, resonancia magnética y microscopía electrónica.

**PALABRAS CLAVE:** Cuauhnáhuac, anemias hemolíticas heredo-familiares, esclerosis del tejido esponjoso.

## ABSTRACT

We present here the imagenologic study of 21 skeletons found in a simultaneous collective burial pit from late Postclasic phase exhumed in Cuernavaca, Morelos,

wich in prehispanic times was known as Cuauhnáhuac. The most important issue is the highest incidence of different degrees of esclerosis in the medular bone tissue, abnormal finding associated in living populations with metabolic disorders of calcium and bone infarcts during congenital hemolytic anemia and other pathological processes. We also present the results of a computerized axial tomography used to comparative analysis of skeletal densities between healthy bones and pathologic ones, as well obtained as those obtained by Ultrasound, MRI and Electronic Microscopy.

KEY WORDS: Cuauhnáhuac, congenital hemolytic anemia, esclerosis of the medular bone tissue.

## INTRODUCCIÓN

El análisis de imágenes radiológicas se ha utilizado en los últimos años para establecer el diagnóstico nosológico y diferencial de procesos patológicos identificados macroscópicamente en poblaciones prehispánicas del estado de Morelos (Garza y Ballestros 1999: 243-244). De 1997 a 1999 se radiografiaron 133 segmentos óseos seleccionados por presentar lesiones macroscópicas de superficie vinculadas con diversas enfermedades y huesos largos, aparentemente sanos, para determinar la presencia de ciertos padecimientos observables sólo a través de los rayos X. Dichos segmentos corresponden a entierros primarios exhumados en diferentes áreas geográficas del territorio morelense y ubicados cronológicamente en los distintos periodos culturales de la época prehispánica.

Los resultados de este tipo de análisis indicaron un elevado porcentaje de zonas de incremento de la densidad radiológica (osteoesclerosis) del tejido esponjoso de los huesos largos, tanto en segmentos con lesiones externas como en los aparentemente sanos (Garza y Ballesteros 2006: 72-73). Esto nos motivó a investigar el comportamiento de dicha expresión radiológica del tejido esponjoso, patología que sólo puede ser observada radiológicamente debido a que, aún en huesos fragmentados o abiertos, el mayor o menor grado de contenido de sales de calcio no puede identificarse de manera directa. Por ello seleccionamos un entierro colectivo y primario de tipo directo, exhumado durante el salvamento arqueológico que con motivo de la remodelación del jardín San Juan llevó a cabo el Centro INAH Morelos en

1996. En época prehispánica esta zona geográfica formaba parte del señorío Cuauhnáhuac y hoy en día se localiza en el centro de la ciudad de Cuernavaca. La ofrenda funeraria asociada con el entierro permitió su ubicación cronológica en el Postclásico tardío (Canto 2000: 5).

## MATERIAL Y MÉTODO

La serie de estudio está constituida por 21 esqueletos, de los cuales uno corresponde a un adolescente, otro a un sub-adulto posiblemente del sexo masculino, 19 son de individuos adultos, cinco de ellos del sexo masculino y 11 del femenino. En tres casos no fue posible determinar el sexo. La muestra se analizó a través de imágenes radiológicas, de tomografía axial computarizada (TAC), de ultrasonido, de resonancia magnética y de microscopía electrónica. La identificación de las lesiones fundamentales desde el punto de vista radiológico se hizo de acuerdo con los parámetros semiológicos y clínicos reconocidos mundialmente para el estudio de la osteopatología en poblaciones vivas (Edeiken y Jodes 1977: 44-46).

El estudio imagenológico se llevó a cabo en el Centro de Radiología Clínica de Cuernavaca, S. A., sitio en el que se usó para las placas radiográficas un equipo de 500 ma de capacidad, marca Tendrix S15, CGR. Las exposiciones se hicieron sobre chasis Kodak X-Omaticin Sight VFC de tierras raras y de alta definición, usando técnicas de muy bajos factores de tiempo, miliamperaje y kilovoltaje. El estudio tomográfico se realizó con equipo Toshiba modelo Xpress-Sx con cortes axiales, tiempos de exposición de 2 segundos y espesor de corte de 2 mm, con 120 kv y punto focal de 100 ma. Los estudios de TAC se fundamentan en la capacidad de esta técnica para la determinación de niveles promedio de densidades en la llamada escala de Hounsfield, según la cual es posible precisar el grado de mayor o menor densidad promedio del contenido de materiales radiopacos en restos esqueléticos y las características de la presencia de sustancias grasas, pus y sangre, entre otras, en poblaciones vivas.

Para establecer si la expresión radiológica y tomográfica de la osteosclerosis del tejido esponjoso estaba vinculada con procesos patológicos o si por el contrario era el resultado de la contaminación am-

biental por sedimentos, decidimos seleccionar de la muestra cuatro segmentos, dos de ellos con signos osteoescleróticos y otros dos sin éstos. A dichos segmentos se les hizo una serie de cortes para radiografiar las trabéculas óseas expuestas. Previo al siguiente estudio radiológico se lavaron con agua y brocha para eliminarles las partículas de tierra y los sedimentos visibles.

Algunos de los segmentos cortados se analizaron a través del ultrasonido, utilizando para ello un equipo Toshiba power SSA-270A con transductor lineal de 7.5 mhz, con técnica de inmersión para determinar los niveles de ecogenicidad del tejido esponjoso en segmentos con pobre y normal trabeculado, así como con aspecto radiológicamente normal y de esclerosis. Para conocer la traducción imagenológica del tejido esponjoso libre de iones de calcio y precisar la naturaleza trabecular y de restos colágenos del mismo se usó la resonancia magnética en el estudio de algunos segmentos previa hidratación durante 48 horas (para el examen de los átomos de hidrógeno), utilizando un equipo General Electric Signa Advantage de 0.5 Tesla con un protocolo para pelvis con secuencias en T1 ( menos de 1 000 milisegundos de tiempo de relajación) y en T2 (4 000 milisegundos).

En el Instituto de Investigaciones Eléctricas se hizo un análisis morfológico y semicuantitativo con un microscopio electrónico de barrido Carl Zeiss modelo DSM960, acoplado a un espectrómetro dispersivo de energía de rayos X (EDAX). Las condiciones generales fueron: voltaje de aclaración de 20 kv y una distancia de trabajo promedio de 25 mm. El estudio se hizo primero en fragmentos contaminados por sedimentos naturales y posteriormente en estos mismos después de haber estado suspendidos en agua destilada dentro de un baño de ultrasonido por diez minutos y secados a temperatura ambiente.

## RESULTADOS

De los 21 esqueletos que conforman la muestra y en dependencia de su estado de conservación, se sometieron a estudios radiológicos 47 huesos largos, algunos macroscópicamente sanos y otros con ligera periostitis. Los signos de osteoesclerosis estuvieron presentes en diferentes grados en 16 de los esqueletos. De acuerdo con sus características par-

ticulares, la distribución de estos hallazgos pone en evidencia que en cinco esqueletos la expresión de esta patología fue mínima y en otros tres se manifestó de forma generalizada, no permitió en ambos casos su clasificación. En los ejemplares restantes se observó en tres esqueletos la presencia de esclerosis mínima excéntrica o adyacente a la superficie epiendostal. Dos esqueletos presentaron esclerosis mínima diafisiaria y metafisiaria. Un esqueleto mostró esclerosis avanzada epifisiaria, otro esclerosis avanzada excéntrica distal y en un ejemplar se observó esclerosis generalizada difusa proximal.

En el cuadro 1 se expresan otras características de la esclerosis del tejido esponjoso además de las antes señaladas; se pudo observar que en la mayoría de los segmentos estudiados la esclerosis estuvo localizada en las diáfisis. Los resultados evidencian el predominio de esclerosis con características laminares. La esclerosis macular fue observada en 12 de los ejemplares y la variedad epiendostal en 16 de los estudios practicados. En el mismo cuadro se observa que la esclerosis del tejido esponjoso se manifiesta con características simétricas en nueve ejemplares y un predominio de esclerosis asimétrica.

*Cuadro 1*  
Características de la esclerosis del tejido esponjoso

Esclerosis en segmentos no fragmentados	14
Esclerosis en segmentos fragmentados	14
Esclerosis con conservación del trabeculado	16
Esclerosis metafisiaria y epifisiaria	11
Esclerosis de la diáfisis	13
Esclerosis laminar	15
Esclerosis macular	12
Esclerosis mínima	6
Esclerosis moderada	1
Esclerosis difusa	13
Esclerosis epiendostal	16
Esclerosis simétrica	9
Esclerosis no simétrica	15

En resumen, se puede decir que la esclerosis del tejido esponjoso está presente en un elevado porcentaje de los individuos analizados y que, por otra parte, su presentación es significativamente heterogénea y con características asimétricas, tanto en las regiones metafisiarias y epifisiarias como en las diáfisis de los huesos largos, expresándose en forma macular en los casos de esclerosis avanzada con presentación central y excéntrica. En las manifestaciones de esclerosis mínima del tejido esponjoso hay un predominio epiendostal y laminar. Es importante señalar que en los segmentos óseos afectados por esclerosis del tejido esponjoso que presentan buen estado de conservación pudo comprobarse la normalidad de la estructura del trabeculado interno a través de imágenes radiológicas. En los huesos fragmentados se observó de manera directa la coexistencia de dicho trabeculado con tierra del área de exhumación y la presencia de la esclerosis del tejido esponjoso se confirmó radiológicamente.

La técnica TAC se utilizó para el análisis comparativo de densidades esqueléticas entre huesos sanos y los que presentan las alteraciones señaladas (figura 1). En el cuadro 2 se expresan los valores de densidad promedio en unidades Hounsfield del material esquelético estu-



*Figura 1.* Equipo TAC y muestra en analisis.



diado, y es evidente que en los segmentos óseos sin esclerosis del tejido esponjoso la cavidad medular se encuentra predominantemente ocupada por aire con valores negativos en esta escala (figura 2), mientras que en los segmentos con esclerosis moderada y difusa los valores de densidades promedio fueron positivos entre 366 y 571 UH, en este caso (figura 3); lo que establece una diferencia bien definida entre ambas condiciones. Puede apreciarse además que estos valores promedio tienden a acercarse a los niveles de densidad del hueso compacto de la cortical en el que prevalece un elevado contenido de sales de calcio. En el cuadro 2 se observan también las densidades promedio obtenidas en zonas de esclerosis mínima y epiendostal, las que se sitúan en zonas intermedias de valores negativos y positivos por la natural participación del mayor contenido de aire en estas áreas con afectación mínima.

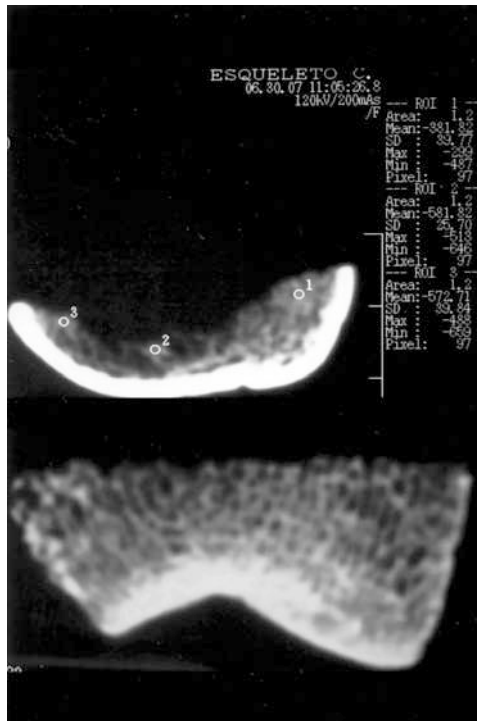


Figura 2. TAC, Hueso sin esclerosis. Obsérvanse los valores negativos de densidades promedio determinados por el contenido de aire.



Figura 3. TAC, hueso con esclerosis. Valores altos de densidades promedio.

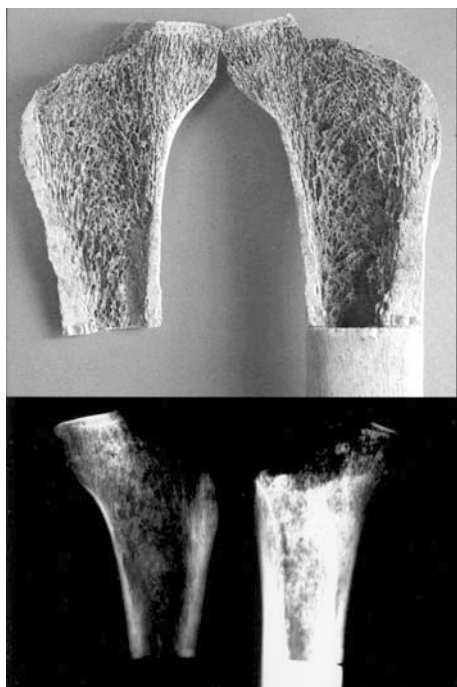
Con el fin de determinar los cambios inducidos por el lavado mecánico en lo que se refiere a la presencia de la osteoesclerosis del tejido esponjoso se tomaron estudios radiográficos antes y después del mismo. En las figuras 4 y 5 se puede apreciar la persistencia de este hallazgo.

Los resultados de la microscopía electrónica antes y después del lavado ultrasónico se presentan en la figura 6, en la que se observan las diferencias determinadas por la presencia de partículas y la muestra libre de éstas. En las gráficas 1 y 2 se señalan las diferencias espectrales inducidas en la muestra por el arrastre de los residuos de silicatos y el calcio en forma de carbonato cálcico, prevaleciendo en niveles altos solamente el calcio que forma parte de la estructura ósea.

En la figura 7 se muestran las secuencias de resonancia magnética en las que las intensidades de señales corresponden a estructuras hidratadas de probables restos colágenos de la matriz ósea libre de calcio por no experimentar este ión el fenómeno de la resonancia por ser su momento magnético igual a 0.

*Cuadro 2*  
Resultados del estudio TAC (unidades Hounsfield)

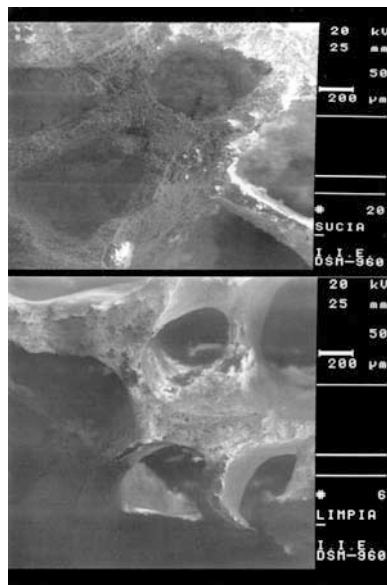
Densidad promedio en huesos sin esclerosis de la medular	Densidad promedio en huesos con esclerosis moderada y difusa	Densidad promedio de huesos con esclerosis mínima epiendostal	Densidad promedio en hueso compacto
-605	97	-37	600
-644	129	-422	679
-825	225	610	679
-862	285		999
-962	290		1033
-962	290		1033
-962	466		1033
	510		1199
	510		
	646		



*Figura 4.* Hueso seccionado sin lavar e imagen radiológica.



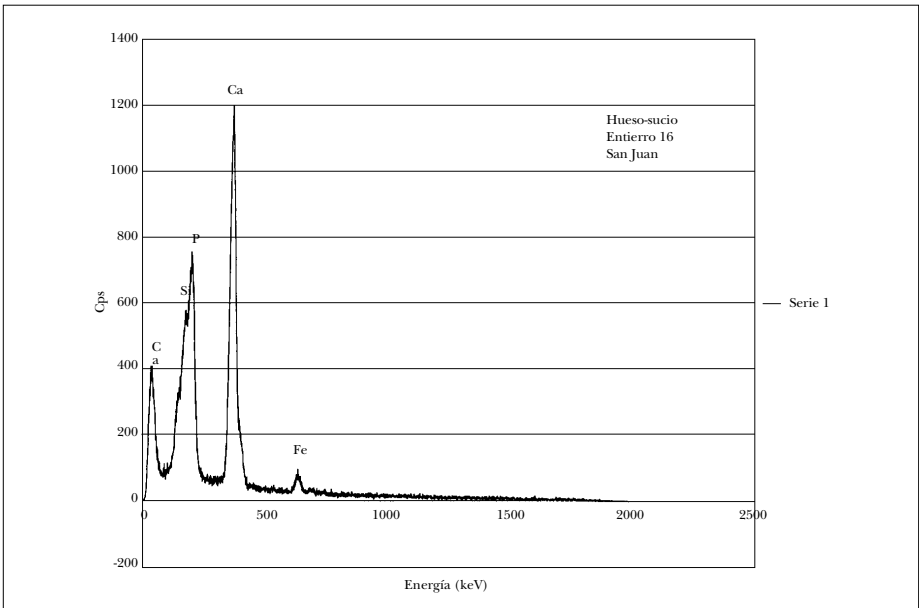
*Figura 5.* Hueso seccionado lavado e imagen radiológica.



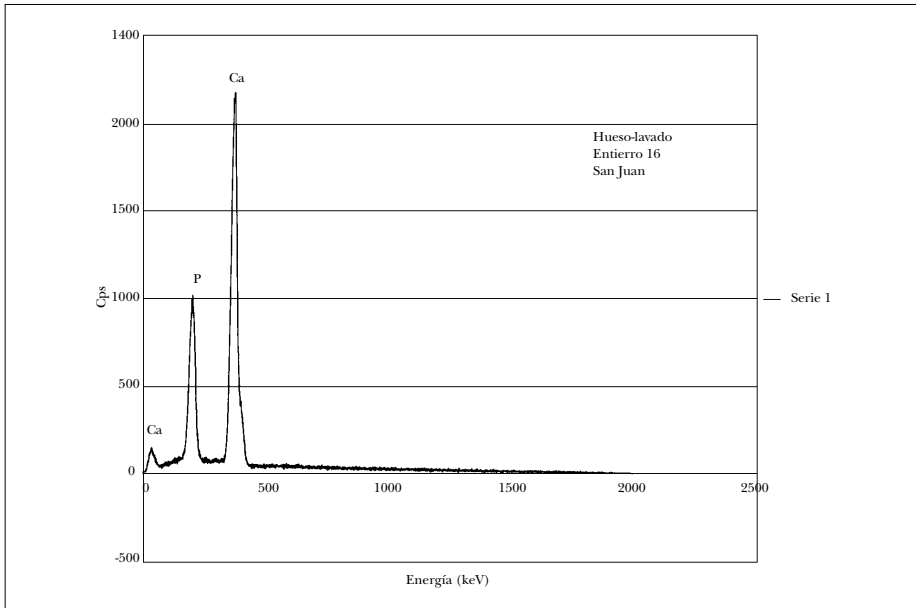
*Figura 6.* Microfotografía electrónica de muestra ósea antes y después de su lavado.



Figura 7. Resonancia magnética de fémur en T1 y T2. Obsérvese la presencia del trabeculado óseo.



Gráfica 1. Valores espectrales en muestra ósea sucia.



Gráfica 2. Valores espectrales en muestra ósea limpia.

En la ultrasonografía médica el hueso absorbe enormes cantidades de la energía acústica, incidente por el que produce una imagen hiperecogénica o de ecorefringencia, traducida por altos niveles de brillantez que impide la observación de estructuras situadas por detrás de las superficies óseas. La ausencia de tejidos blandos inmediatos a las superficies óseas refuerza este comportamiento, por lo que es necesaria la inmersión para el estudio de las mismas. En la figura 8 se observa la técnica de inmersión líquida que permite el estudio de los restos óseos y la figura 9 muestra los altos niveles de ecogenicidades obtenidos en la evaluación de la cantidad de tejido óseo en determinado sector del barrido.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La reacción esclerótica del hueso esponjoso, en particular en huesos largos, ha sido considerada una condición anormal o patológica del hueso y relacionada en poblaciones vivas con diversas condiciones



Figura 8. Ultrasonido de segmentos óseos con técnica de inmersión y transductor lineal de 7.5 mhz.

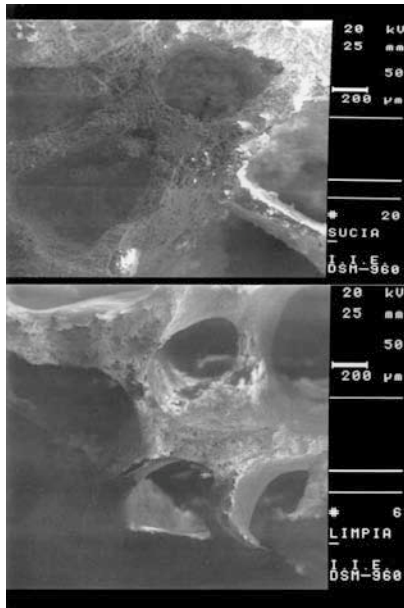


Figura 9. Imagen ultrasonográfica de segmento óseo con trabéculas normales y esclerosis y con un pobre trabeculado.

patológicas, entre las que destacan los cambios estructurales vinculados a depósitos anormales de sales de calcio por infartos óseos en el curso de algunas anemias hemolíticas heredofamiliares: sickleemia y talasemia (Rowe 1957: 661), o con otras anemias de etiología desconocida, como la metaplasia mieloide agnogénica o mieloesclerosis (Killman 1967: 95). Otras condiciones relacionadas con los cambios escleróticos del tejido esponjoso son las asociadas a carencias vitamínicas como el raquitismo y osteomalacia (Frost 1963: 59), y con trastornos endocrinos como los relacionados con el metabolismo del calcio (hipo e hiperparatiroidismo) y del fósforo (hiperfosfatasia) (Dodds 1968: 96). Entre las múltiples causas de estos cambios esqueléticos se encuentran algunas de las llamadas displasias óseas primarias, como la enfermedad de Paget (Grainger 1957: 120), la displasia fibrosa y las osteomielitis, en especial las estafilocócicas (Harris 1962: 207), las relacionadas con la sífilis congénita y adquirida (Steindler 1945: 568), y la lepra (Paterson 1944: 14).

Los aspectos radiológicos de la esclerosis del tejido esponjoso señalados con anterioridad (alta frecuencia de presentación, de distribución simétrica y asimétrica, grados variables de severidad y la conservación de la estructura en segmentos completos y fragmentados) y observados en la serie del jardín San Juan son similares a los identificados en otros grupos prehispánicos de Morelos. En ambos casos este hallazgo se presenta en individuos de diferentes edades y sexos. Los resultados de densidades promedio en TAC del tejido óseo normal y el afectado por la osteoesclerosis marcan amplias diferencias entre ambos, las cuales persisten después de la limpieza mecánica de los segmentos cortados y excluyen la posibilidad de que este hallazgo imagenológico se trate de una pseudopatología originada por la contaminación en el sitio de la inhumación. Esta información junto a la comprobación mediante resonancia magnética de la presencia de matriz ósea (sin intervención del ion calcio) y de las altas ecogenicidades observadas en el ultrasonido estrechamente vinculadas con el alto nivel de absorción, determinado por las estructuras sólidas y sobre todo las calcificadas, refuerzan la exclusión del factor medioambiental y la mayor certidumbre de depósitos patológicos de calcio sobre la matriz ósea receptora, antes del cese de las funciones vitales.



También los resultados del análisis espectral por microscopía electrónica permiten excluir a la contaminación medioambiental como causa de la presencia de osteoesclerosis, ya que en la muestra limpia y en la sucia se obtuvieron valores similares de calcio vinculado indiscutiblemente con el tejido óseo, mientras que descienden los valores atribuibles a los elementos químicos de la tierra (sílice, carbonatos, hierro y fósforo).

De acuerdo con la información obtenida en los diferentes tipos de análisis efectuados, no existe mecanismo alguno que explique el depósito *postmortem* de calcio en el hueso por el cese de las funciones nutricionales y metabólicas. Por ello consideramos factible que este contenido anormal de calcio en el trabeculado esponjoso o medular fue originado por un proceso patológico.

Es posible que se trate de una enfermedad de carácter endémico o de amplia extensión con una vía o mecanismo muy común de transmisión en un contexto de salud-enfermedad, caracterizado por probables carencias nutritivas y condiciones socio-económicas desfavorables. Si consideramos a las vías respiratorias, digestivas y cutáneas como puertas de entrada para la infección primaria, con excepción de la tuberculosis, la brucelosis, algunas micosis y las enfermedades bacterianas adquiridas por vía cutánea previa lesión o solución de continuidad de los tegumentos por treponemas, serían relativamente pocas las enfermedades capaces de producir esta patología. Probablemente estos cambios estructurales en el tejido esponjoso de los huesos largos estén relacionados con una enfermedad de naturaleza infecciosa, contagiosa o transmisible, en distintas fases evolutivas en el momento de la muerte de este grupo prehispánico que formó parte del señorío Cuauhnáhuac. Pero no existen elementos para afirmar que dicho padecimiento originó la muerte de estos individuos.

## REFERENCIAS

CANTO, A. G.

2000 *Informe preliminar del rescate arqueológico del Jardín San Juan*, Archivo Centro INAH, Morelos.

DODDS, W. J.

- 1968 Primary hyperparathyroidism, *American journal roentgenology. Therapy and nuclear medicine*, 104: 89-102.

EDEIKEN, J. Y P. J. HODES

- 1977 Enfoque radiológico general de las lesiones óseas, *Diagnóstico radiológico general de las enfermedades de los huesos*, Editorial Médica Panamericana, segunda edición, Buenos Aires, pp. 44-46.

FROST, H. M.

- 1963 *Remodelling dynamics*, Charles G. Thomas, Springfield, III.

GARZA, G. I. Y M. A. BALLESTEROS

- 1999 Yaws en las Amilpas, Morelos, *Estudios de antropología biológica*, IX, Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 231-246.  
2006 Estudio de imágenes radiológicas en poblaciones prehispánicas de Morelos, *Congreso Interno del Centro INAH Morelos*, Colección Científica, Serie arqueología México, pp. 71-78.

GRAINGER, R. G.

- 1957 Paget's disease active or quiescent, *British journal radiology*, 30: 118-136.

HARRIS, W. H.

- 1962 The natural history of fibrous dysplasia, *Journal of bone and joint surgery*, 44: 201-245.

KILLMAN, S. A.

- 1967 Myelofibrosis, *Clinic orthopedics*, 52: 95-114.

PATERSON, D. E.

- 1944 Bone Changes in leprosy, *Radiology*, 42: 12-32.

ROWE, C. W.

- 1957 Bone infarcts in Sickle Anemias, *Radiology*, 68: 58-83.

STEINDLER, A.

- 1945 Congenital syphilis of bone and joints, *Urology and cutaneous review*, 49: 560-598.