



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO

**ESTADO DE LA DENSIDAD MINERAL ÓSEA EN LA ÉLITE  
MOCHE LAMBAYEQUE 2015**

**PRESENTADA POR  
ARTURO PAREJA CRUZ**

**TESIS PARA OPTAR GRADO DE MAESTRO EN MEDICINA CON  
MENCIÓN EN SALUD PÚBLICA Y GESTIÓN DE SISTEMAS DE SALUD**

**LIMA – PERÚ**

**2016**



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual  
CC BY-NC-SA**

El autor permite entremezclar, ajustar y construir a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO**

**ESTADO DE LA DENSIDAD MINERAL ÓSEA EN LA ÉLITE  
MOCHE LAMBAYEQUE 2015**

**TESIS**

**PARA OPTAR GRADO DE MAESTRO EN SALUD PÚBLICA Y GESTIÓN  
DE SISTEMAS DE SALUD**

**PRESENTADA POR  
ARTURO PAREJA CRUZ**

**LIMA – PERÚ**

**2016**

## **Asesor**

José Francisco Parodi García. Maestro en Salud pública con mención en Epidemiología. Especialista en Geriatria. Centro de Investigación del Envejecimiento. Instituto de Investigación. Facultad de Medicina Humana. Universidad de San Martín de Porres.



## **Jurado**

Presidente: Dr. Frank Antonio Lizaraso Soto

Miembro: Dr. Javier Navarrete Mejía

Miembro: Dr. Paul Alfaro Fernández



A mi esposa Lina por su perseverancia en que siempre culminen mis proyectos.

A mi hija María Fernanda por ser la luz viva en nuestra familia y mi personal motivación.

A mis padres Beatriz y José por creer siempre en mí.

## ÍNDICE

	Pág.
Asesor y jurado	ii
Dedicatoria	iii
Resumen	iv
Abstract	v
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b>	
I.1 Antecedentes de la investigación	3
I.2 Bases teóricas	5
I.3 Definición de términos	41
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b>	
II.1 Tipo y diseño de la investigación	42
II.2 Diseño muestral	
II.3 Características del lugar donde se ejecutó la investigación	43
II.4 Instrumentos y procedimientos de recolección de datos	44
II.5 Procesamiento y análisis de datos	
II.6 aspectos éticos	
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN</b>	
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>48</b>
V.1 Conclusiones	51
V.2 Recomendaciones	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO 1	

## RESUMEN

**Objetivos.** Analizar la densidad mineral ósea (DMO) en personajes de la élite Moche del complejo arqueológico de Sipán en Lambayeque-Perú y determinar la existencia o no de la osteoporosis en la población de los antiguos mochecos.

**Material y métodos.** Se analizaron piezas óseas (calcáneo y radio-cúbito) de seis personajes de la élite Moche procedentes de cinco tumbas de complejo Sipán. Se usó la tecnología DXA (absorciometría dual de rayos x) ósea periférica mediante un equipo periférico PIXI - GE. Se analizó la DMO, T-score y % de T-score.

**Resultados.** De los seis personajes evaluados, cinco de ellos presentaron una DMO baja por lo tanto una masa ósea disminuida. Los datos obtenidos para el señor de Sipán fueron los que mostraron valores muy bajos de DMO en radio-cúbito izquierdo ( $0,407 \text{ gr/cm}^2$ ), comparado con los otros personajes como el viejo señor con una DMO de  $0,471 \text{ gr/cm}^2$ , el sacerdote  $0,440 \text{ gr/cm}^2$ , el guerrero de la tumba del señor de Sipán  $0,439 \text{ gr/cm}^2$ , el guerrero de la tumba No.5,  $0,646 \text{ gr/cm}^2$ , y el guerrero de la tumba No.9,  $0,449 \text{ gr/cm}^2$ .

**Conclusiones.** En las osamentas examinadas se evidencia la presencia de DMO cuyos valores muestran masa ósea baja compatible con Osteoporosis y osteopenia. El hallazgo de menor DMO se encontró en el señor de Sipán.

### Palabras clave

Osteoporosis, Sipán, Densidad mineral ósea.

## ABSTRACT

**Objectives.** Analyse bone mineral density (BMD) in personages of the Moche elite of the archaeological complex of Sipán in Lambayeque-Peru and determine the existence or not of osteoporosis in the population of the ancient Moche.

**Material and methods.** Pieces of bone (calcaneus and radius-ulna) of the six personages of the Moche elite from five tombs of Sipán complex were analysed. GE - technology peripheral DXA (dual X-ray absorptiometry) bone using a Peripheral Equipment PIXI was used. BMD, T-score and % T-score was analysed.

**Results.** Of the six personages evaluated, five of them had low BMD therefore decreased bone mass. The data obtained for the Lord of Sipán were those that showed very low BMD values radio-ulnar left ( $0.407 \text{ g / cm}^2$ ) compared to the other personages as the old man with a BMD of  $0.471 \text{ g / cm}^2$ , the priest  $0.440 \text{ gr / cm}^2$ , the warrior lord of Sipán tomb  $0.439 \text{ g / cm}^2$ , the warrior tomb No.5,  $0.646 \text{ g / cm}^2$ , and the warrior tomb No.9,  $0.449 \text{ g / cm}^2$ .

**Conclusions.** Examined in the presence of bones whose BMD values show low bone mass compatible with osteoporosis and osteopenia is evident. The finding of lower BMD was found in the Lord of Sipán.

### Keywords

Osteoporosis, Sipán, Bone mineral density



## INTRODUCCIÓN

La cultura Moche o Mochica, surge y se desarrolla entre los siglos I a VII teniendo como escenario la larga y angosta franja desértica de la costa Norte del Perú donde se encuentran los restos de sus colosales templos piramidales, palacios, fortificaciones, obras de irrigación y cementerios que testimonian su alto desarrollo artístico, tecnológico y compleja organización.

En 1987, el sorprendente descubrimiento de la “Tumba Real de Sipán” cambió fundamentalmente el entendimiento sobre los Mochicas. Por primera vez el entierro de uno de sus gobernantes, mostraba toda la magnificencia, brindando inestimable información para reconstruir la historia de esta extraordinaria cultura.

El Señor de Sipán, por lo símbolos de mando, rango y poder, es la más alta investidura confirmada por las representaciones iconográficas. Asimismo, permite deducir que resumía el poder político militar y religioso de la época Moche en el año 220 D.C. El Señor de Sipán debió tener el mismo nivel jerárquico y semidivino que el Inca para el Tahuantinsuyo. Estamos hablando del Señor étnico del valle de Lambayeque. Por el estudio de la osamenta conocemos que fue colocado al morir en posición de decúbito dorsal, orientando su cráneo al sur. Tenía una estatura de 1.66 mts. De 40 años como promedio al momento de su muerte. Su dieta especial le habría permitido poco desgaste dental. Gozaba de buena salud, salvo una incipiente artritis, no tenía una estructura ósea corpulenta. Su muerte probablemente fue por una epidemia o enfermedad, no hay indicios de una muerte violenta. Su estatus y autoridad fueron probablemente heredados, sustentando su poder como descendientes de las divinidades. En sus hornacinas hubo 212 objetos de cerámica con diversas representaciones entre ellas personajes parados, sentados, mirando al ataúd de su señor.

El santuario arqueológico de Sipán está integrado por dos pirámides truncas antecedidas al este por la plataforma funeraria que al inicio de las excavaciones permitieron evaluar la destrucción, identificar la arquitectura y ubicar la tumba principal en la parte superior; mediante la reconstrucción de la cámara funeraria se pudo comprobar que el Señor de Sipán era acompañado

por ocho personajes: 3 mujeres jóvenes (una de ellas era la esposa principal), 2 hombres hacia ambos lados (un jefe militar y un portaestandarte), un niño (símbolo de la regeneración en el otro mundo), 1 soldado guardián y un vigía, además de 2 llamas y un perro, todos ellos sacrificados durante los funerales del Señor de Sipán.

Desde 1987 a la fecha se ha excavado 13 tumbas, donde se han definido ornamentos, tocados, emblemas y atuendos de oro, plata, cobre dorado y piedras semipreciosas. La suntuosidad que poseían estos objetos constituyen los símbolos de poder de cada uno de los señores a los cuáles se han definido en tres niveles: Gobernantes (Señor de Sipán y Viejo Señor), Sacerdote y Guerreros, en cada contexto funerario hay una inestimable información histórica para reconstruir el nivel de desarrollo, organización, relaciones culturales y pensamiento religioso de los Mochicas, una de las más importantes culturas americanas.

Estos trabajos han recuperado científicamente quizá las últimas tumbas intactas de América Andina, de personajes importantes, comparándolas con la Tumba de Tutankamon (Egipto), las Tumbas Reales de Ur (Mesopotamia), la Tumba del Gran Soberano Maya (México), las Tumbas Reales de Xi'an (China).

No existiendo trabajo alguno sobre el conocimiento de la masa ósea en el antiguo poblador Mochica, se realiza el presente trabajo inédito para dar inicio a una nueva información sobre la existencia o no de Osteoporosis en este antiguo poblador peruano.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### I.1 Antecedentes de la investigación

Algunas descripciones sobre osteoporosis (nombre como la conocemos en la actualidad) durante el siglo XVIII aparecen en “Traité des maladies de os” (tratados de enfermedades óseas) de Duverney en 1751, pero el conocimiento y descripción de los aspectos clínicos de esta enfermedad fue inexistente hasta antes de mediados del siglo XIX. Los estudios sobre la osteoporosis en el pasado de desarrollo recién en las últimas décadas con datos adicionales referentes al aspecto social y cultural de la vida pasada. Los tempranos estudios paleopatológicos donde se documentan asociación entre masa ósea y nutrición aparecen en 1969 por los investigadores Dewey y von Gerven; aquellos que relacionan género y pérdida ósea in diferentes poblaciones antiguas son reportadas a partir de 1976 por Carlson<sup>1</sup>.

Frigo et al. (1995) evalúan el esqueleto de una mujer aproximadamente de 45 años y procedente de un enterramiento de la temprana edad de bronce de Unterhautzental en Austria, encontrando una densidad mineral ósea en cuello femoral compatible con osteoporosis y con una alta tasa en el riesgo de fractura de cadera; se remarca que esta población estaba constituida por granjeros y repitiendo los exámenes en otros esqueletos de la región se encontraron resultados similares<sup>2</sup>.

Foldes et al. (1995) describen un caso de osteoporosis extrema en el esqueleto de una mujer adulta del siglo VI quien vivió en el desierto de Negev, Nessana, una ciudad Nabatea a 80 km. de Beer-Sheva, Israel; utilizando estudios radiográficos, de densitometría ósea e histomorfometría. La discusión al respecto hace pensar sobre la posible deficiencia de calcio y vitamina D por causas de deficiencia nutricional detectado en los análisis paleonutricionales probablemente por dieta tradicional y prevalente de la región que no aportaría los elementos nutricionales de protección contra la osteoporosis<sup>3</sup>.

Dequeker et al. (1997) examinan un esqueleto femenino de la XII dinastía procedente de Lisht en el alto Egipto, el cual presentaba fractura de cadera como consecuencia de la presencia de osteoporosis demostrada por estudios radiográficos, así como también fracturas compresivas de algunas vertebra<sup>4</sup>.

Mays et al. (1998) uno de los principales investigadores sobre este tema, realizó estudios de masa ósea en poblaciones medievales de Europa, en un estudio realizado en la localidad de Wharram Percy (un cementerio medieval) en Inglaterra, usando densitometría ósea por Absorciometria Dual de rayos X (DXA), analizó la Densidad Mineral Ósea (DMO) en fémur proximal de 687 esqueletos demostrando una correlación de pérdida de masa ósea en relación a la edad<sup>5</sup>.

Poulsen et al. (2001) realizaron una investigación en 49 esqueletos daneses datados entre los siglos XI y XIII y comparados con 298 daneses contemporáneos entre los 19 y 79 años de edad, la técnica utilizada fue DXA, en los hallazgos se encontró que la DMO hallada en la población medieval fue significativamente mayor comparada con la DMO de los hombres contemporáneos, lo que sí se pudo observar es que la DMO de la mujer medieval fue baja comparada con las mujeres contemporáneas, este puede deberse a que las mujeres de esa época tenían una alta tasa de embarazo y lactancia a muy corta edad, el número de embarazos se comporta como un factor predisponente para la osteoporosis además del sexo y edad<sup>6</sup>.

Brickley (2002) en una investigación de evidencia histórica y arqueológica demuestra que la baja masa ósea y osteoporosis está relacionada directamente con la edad, se ve más en mujeres que en hombres y que la fractura ósea está relacionada con la mayor pérdida ósea<sup>7</sup>.

Holck (2007) realizó medidas de DMO en una población medieval noruega comparado con restos óseos de una población de la edad prehistórica y de la era vikinga tomados del Instituto Anatómico de Oslo haciendo un total de 185 muestras, los resultados demostraron que la DMO de la población prehistórica no mostrada diferencias entre ambos sexos lo que, si se veía en las poblaciones vikingas y medievales, pero los resultados de DMO de las tres

poblaciones establecía resultados de baja DMO solo para la población medieval<sup>8</sup>.

Zaki et al. (2009) estudiaron la DMO en 74 esqueletos adultos del antiguo Egipto, 43 hombre y 31 mujeres procedentes del cementerio egipcio de Giza, fueron separados en dos grupos, el primero constituido por oficiales y sus esposas y el segundo por trabajadores comunes; los hallazgos compatibles con osteoporosis fueron observados mayormente en el grupo de los trabajadores varones versus los oficiales y en las mujeres de los oficiales versus las trabajadoras mujeres<sup>9</sup>.

Beauchesne (2014) analiza la pérdida ósea cortical en una población de la época imperial romana de la necrópolis de la ciudad de Velia, al sur de Roma, de la época entre el siglo I y II, utilizándose 71 muestras se analizó la pérdida ósea viéndose disminución de esta y relacionándose con la pobre nutrición de las poblaciones pasadas que no ayudaban a establecer tempranamente un adecuado pico de masa ósea<sup>10</sup>.

## **I.2 Bases teóricas**

En la costa norte de nuestro país durante los últimos años, se ha desarrollado un interés arqueológico sobre la cultura Mochica, especialmente a partir del descubrimiento de las tumbas reales de Sipán en el año 1987 por el arqueólogo peruano Walter Alva; este acontecimiento favoreció la multiplicación de varios proyectos de investigación arqueológica con su consecuente publicación y difusión en la comunidad científica<sup>11</sup>.

Los primeros estudios sobre esta cultura fueron desarrollados por Max Uhle y Rafael Larco, es por este precedente que notables arqueólogos peruanos y extranjeros se interesaron en continuar estos estudios y comprender sistemáticamente el florecimiento y relación de los Mochicas en su territorio y la influencia y relación que mantuvieron con otras culturas del país. Siguiendo la ruta trazada sobre los primeros estudios, el interés en su investigación está relacionado a temas como la iconografía, cosmología, cerámica, y particularmente su estructura socio política regional. Con respecto a temas de

la salud de este antiguo poblador se sabe muy poco, actualmente, no existen investigaciones que desarrollen este aspecto y no podemos conocer ciertamente las principales enfermedades que sufrieron y relacionados más aun con su estilo de vida, la documentación que podemos obtener es en base al análisis de los cerámicos que por su estilo expresan actividades cotidianas de la vida del poblador pero que nos sirve, según nuestra interpretación, a relacionarla con enfermedades convencionales de las cuales poseemos el conocimiento sin desarrollar otros aspectos que relaciones causalidad para el desarrollo de estas enfermedades.

Fue el arqueólogo peruano Rafael Larco quien estudio extensamente la cerámica Mochica y entendió en ella su significado, había encontrado en estas cerámicas un documento de vida del pasado Moche y describió gracias a ellos, su sociedad, arte, religión, culto y gobierno y lo marco con el gentilicio "Mochica"<sup>12</sup>.

### **Desarrollo territorial**

La Cultura Mochica se desarrolló entre los territorios de Piura, al norte, y el valle de Nepeña al sur, a lo largo de 14 valles bien diferenciados con un hábitat, flora, fauna, clima muy propias, ocupando los valles de la Leche, Lambayeque, Zaña, Jequetepeque, Chicama, Moche, Virú, Chao, Santa y Nepeña, esta territorialidad fue planteada por Rafael Larco en base a sus investigaciones personales, mientras que para Alfred Kroeber, antropólogo norteamericano, en base a los estudios realizados por Max Uhle, plantea una mayor extensión en el sur para los Mochicas, ello, basado en el estilo de los cerámicos y su influencia regional.

El territorio de influencia abarcó en total un área aproximada de 6,600 km<sup>2</sup>, y a esta extensión debemos de agregarle la extensa área de desierto por donde se encuentran caminos y otras construcciones.

Investigadores sostienen que estos valles formaban un área homogénea la cual era gobernado por un Señor denominado **Siec Quich**, en la lengua regional o muchik, y cada valle constituía un señorío gobernado por un **Siec**; para otros investigadores los valles ocupados se dividían en dos, los del norte (valle de

Piura, La Leche, Lambayeque, Zaña y Jequetepeque), y los del sur (valle de Chicama, Moche, Chao, Virú, Santa, Casma, Nepeña, Culebras y Huarney)<sup>11</sup>.

### **Antigüedad**

Los moches alcanzaron su desarrollo en los primeros siglos de nuestra era aproximadamente desde el siglo I hasta el siglo VII; los moches surgieron de las familias agrícolas y artesanales de Virú, luego de la desarticulación de Chavín, así como de Cupisnique y de Salinar, que eran antiguos centros aldeanos de trabajo agrícola y artesanal. En el inicio de nuestra era llegaron a estructurar un Estado teocrático – militar.

Siglos más tarde, el Estado Moche entró en un colapso interno y en guerras contra las sociedades del sur, específicamente con el Imperio Wari; varios centros compuestos por campesinos, orfebres y artesanos pasaron a convertirse en tributarios de los Wari<sup>13,14</sup>.

### **Fases culturales**

Su desarrollo cultural se ha dividido en cinco fases estilísticas según los cambios sufridos en la cerámica Moche atendiendo a sus estilos y rasgos característicos de la alfarería y según Rafael Larco Hoyle en 1948:

Mochica I (1 d.C. – 100 d.C.): donde presenta una herencia de los estilos Cupisnique, Virú y Salinar.

Mochica II (100 d.C. – 200 d.C.): continúa con la influencia Cupisnique, Virú y Salinar.

Mochica III (200 d.C. – 300 d.C.): propia y clásica de esta cultura.

Mochica IV (300 d.C. – 600 d.C.): propia y clásica de esta cultura.

Mochica V (600 d.C. – 800 d.C.): representa la época de declive y presenta influencia de culturas foráneas<sup>14</sup>.

### **Toponimia**

Fue Rafael Larco Hoyle quien denominó con el adjetivo “Mochica”, derivado de la lengua *muchick*, al reino de la zona norte que se situaba principalmente en

los valles de Moche y de Chicama. La cerámica ceremonial que él halló en estos valles, preliminarmente la denominó “protochimú” y esta fue sustituida por el adjetivo Mochica que fue muy usado por los arqueólogos hasta mediados del siglo pasado<sup>12</sup>.

### **La Iconografía Mochica: identidad, estilo de vida, vestido, ritual y poder**

La iconografía nos muestra el escenario del desarrollo del mundo moche; en ella se ven representados a los reyes o jefes, sacerdotes, guerreros de alto rango, entre otros importantes personajes. Las evidencias del uso de vestidos, tocados y armas nos dan una clara imagen de la segmentación de la sociedad mochica, un ejemplo de esto lo tenemos en el uso de cascos con dos signos escalonados usados por guerreros de rango alto, o el uso de turbantes con cabeza de felino o con plumas dobles usados por los oficiantes; estos personajes eran privilegiados, por lo tanto, participaban de los diferentes rituales mochicas: cacerías, procesiones, bailes, combates, iniciaciones, entre otras actividades ritualistas.

El mundo mochica tenía un carácter multiétnico y por lo tanto una compleja institución para manejarla. Un poderoso y eficaz instrumento político lo constituía el ritual de la edificación póstuma de los gobernantes mochicas, en él se convertían a los integrantes del linaje real en parientes de los dioses dándoles una clara ventaja respecto a las élites locales.

Un rey mochica viste un atuendo de guerrero, pero sin armas, posee una vestimenta radiante que lo liga al Sol y puede ser llevado en litera, estas características vertidas en las diversas cerámicas y contrastadas en tumbas reales, confirma la forma como jerárquicamente estaba constituido el estado mochica<sup>11,12</sup>.

### **La élite Moche**

A partir de las excavaciones y hallazgos en las tumbas reales de Sipán, se ha podido confrontar la información proveniente del análisis iconográfico de las imágenes en los cerámicos y diversas decoraciones y realizar un mejor análisis del contexto funerario, en especial de la élite moche: Reyes, Sacerdotes,



Sacerdotisas y Guerreros, y estar seguros del aspecto real de estos personajes y proceder a su reconstrucción para el mejor estudio.

Como se dijo anteriormente, el hallazgo de las tumbas de Sipán proporcionó los argumentos contundentes para reconocer que en la costa norte existió una sociedad compleja, y esta se dividía en pequeños reinos o señoríos. Muy cierto es, la diferencia clara entre los miembros de la sociedad Moche, pero claro esto que cada uno jugaba un rol muy importante dentro de la sociedad, la casta gobernante y la casta sacerdotal.<sup>11,12</sup>.

## **Aspectos generales**

### **Economía**

Los Moche trabajaron su agricultura mediante la irrigación artificial, mediante el progreso de una inicial ingeniería hidráulica, transformaron el árido desierto norteño en adecuados terrenos de cultivo con un microclima especial que les permitió el sembrado de diversas plantas alimenticias; para obtener ello desarrollaron canales, mediante los cuales desviaron el cauce de los ríos para irrigar todos los terrenos de cultivos, ejemplo de ellos son el canal de Chicama, con una extensión aproximada de 110 km de longitud, el canal de Ascope, con una longitud de 1,400 m de largo, 15 de alto y con un volumen de 785,000 m<sup>3</sup>.

Los Moche mantenían relaciones comerciales con las comunidades vecinas, la modalidad comercial era el intercambio (la cual estaba dirigida por las autoridades), de diversos productos con las regiones andinas y selváticas, particularmente evidenciado por ejemplo en la orfebrería de piedras preciosas, como la turquesa, y en el uso del oro y plata, los cuales son propias de la selva norteña<sup>11</sup>.

### **Agricultura**

Los Moche cultivaron varios alimentos como: papa, yuca, maíz, pallar, zapallo, y frutos como: lúcuma, chirimoya, guanábana, palta, pepino, etc. Todos estos productos se lograron cultivar gracias al amplio desarrollo hidráulico desarrollado por los Moche en una amplia franja desértica, ganándose la denominación de “vencedores del desierto” acuñado por el arqueólogo Walter Alva<sup>11</sup>.

## **Caza y pesca**

La caza del venado y zorro correspondía a un esquema ritualístico de la aristocracia Moche, y para ello utilizaban la denominada técnica del “chaco”, la cual consistía en establecer un cerco alrededor de una determinada área donde estaban los zorros y venados, los ayudantes o sirvientes, arreaban a estos animales hacia el lugar donde se situaban los cazadores.

Una actividad muy importante para su subsistencia fue la pesca, para esta actividad construían con fibras de totora embarcaciones de pesca que hasta la actualidad son usadas<sup>11</sup>.

## **Crianza de animales**

Fueron varias las especies que criaron con fines alimenticios, entre ellos: cuyes, patos, entre otros; otros animales fueron criados con fines de apoyo al trabajo, como la llama, pero muy diferente a la llama conocida durante el Tahuantinsuyo; otros animales tenían un lugar entre las familias como mascotas, y fueron: perros, monos, tigrillos, loros; por lo general la tenencia de una mascota se circunscribía a la nobleza<sup>11</sup>.

## **Metalurgia**

Los Moche también innovaron la tecnología de la metalurgia, utilizando en ello el cobre, y lo más importante de ello llegar a dominar con una técnica propia, el dorado del cobre, consiguiendo recubrir está con una delgadísima capa de oro.

El oro, plata y cobre, eran usados en los fastuosos ornamentos de los Señores gobernantes; el mercurio líquido se usaba como amalgama para soldar, platear y dorar, mientras que el plomo se usaba como un fundente.

Los Moche conocieron las técnicas de “laminado a martillo”, martillando el metal poco a poco; “el fundido”, derritiendo el metal en hornos que alcanzaban los 1,000 °C; “el repujado a estampa”, recortando a cincel un trozo de lámina y dándole relieve a presión entre dos moldes; “el repujado a presión”, haciendo un molde vaciado en madera o piedra, golpeando la lámina por el reverso sobre el molde dándole forma; “la cera perdida”, haciendo un modelo en cera dura, cubriéndolo con arcilla y dejándolo secar con dos orificios en sus extremos, uno para la entrada del metal y otro para la salida de la cera, una vez

terminado este procedimiento, se procedía a romper el molde original de barro, quedando lista la figura.

Con estas técnicas descritas resumidamente, los Moche elaboraron diversas piezas, como, coronas rectangulares, orejeras, narigueras, pectorales, brazaletes, tobilleras, escudos, etc.<sup>11</sup>

## **Manifestaciones culturales**

### **Cerámica**

Los Moche usaban varios tipos de moldes para elaborar en serie sus cerámicos, en los cuales solían representar diversos aspectos, como animales, frutas y el hombre. Plasmaron en ellos, con gran arte y técnica, sus actividades cotidianas, como, por ejemplo, sus ritos, la pesca, artistas, cargadores de las literas reales, etc.; representaron también diversas enfermedades en cuerpo y genitales y también plasmaron la actividad sexual. En sus inicios preferían el uso del color negro, pero más adelante usaron el color rojo – marrón en combinación con el blanco; por lo tanto, del tipo monocromático pasaron a la bicromía. En sus cerámicos implementaron el gollete o estribo. La labor alfarera era parte del trabajo que debían cumplir los diversos sectores populares en beneficio de las clases privilegiadas moche.

Como se mencionó anteriormente, la alfarería Moche atravesó por cinco fases:

Fase I o Moche I: tiene pico y asa puente similar al de la cultura Gallinazo, el asa estribo tiene un pico con un fuerte reborde muy parecido al de la cultura Cupisnique; su forma es achatada y decorada con líneas gruesas y diseños geométricos y monocromos. Su parecido es muy similar a Chavín.

Fase II o Moche II: el asa estribo es más delgado, fino y alto, desaparece el pico con reborde, el cuerpo es más alargado, y continúa la decoración geométrica. Aparece el pintado bícromo (rojo ocre y blanco crema).

Fase III o Moche III: en esta fase destaca las vasijas escultóricas (huacos retratos), donde se encuentran representados aspectos de la vida cotidiana, enfermedades, estados de ánimo, escenas sexuales.

Fase IV o Moche IV: el asa estribo es fina, alargada y trapezoidal, con gollete que puede ser delgado o grueso; el cuerpo tiene forma semi globular, y el color mayormente es bícromo.

Fase V o Moche V: el cuerpo tiene forma globular con asa estribo; es generalmente monocroma <sup>11,14</sup>.

## **Textilería**

Así como en la alfarería, los Moche elaboraban tapices con representaciones de escenas ceremoniales y de diversos rituales; los tejidos de fina calidad eran elaborados de la lana de la alpaca y vicuña, los más comunes eran elaborados de algodón en sus diversas variedades y tonos: pardo, gris y marrón oscuro, utilizando diversos tintes usando para elaborarlos materia prima orgánica, vegetal o mineral. Estos tejidos significaron mucho en la economía de la época y a la vez constituyó un factor de tributación dentro de la organización laboral Moche <sup>11,14</sup>.

## **Arquitectura**

Los Moche fueron grandes constructores, y utilizando el adobe pudieron edificar las pirámides truncas, las plazas ceremoniales, los santuarios religiosos, expresando de esta manera un conocimiento y dominio de la física, y uso de los diversos materiales de construcción; estas grandes edificaciones y ciudadelas de barro subsistieron a las inclemencias climáticas y sísmicas de la región y al día de hoy aún podemos apreciar la majestuosidad de su obra.

La arquitectura Moche contemplaba una arquitectura mayor y otra menor expresada en las viviendas de los pobladores, mientras la élite Moche vivía en maravillosas edificaciones, el pueblo lo hacía en asentamientos urbanos bien delimitados o en viviendas aisladas donde se ubicaban los campesinos, estas casas eran pequeñas, rústicas hechas de caña y barro; ahí se podía apreciar las casas de los agricultores hechas de quincha y techo a doble agua sin abertura central y generalmente de una sola habitación; las casas de los agricultores del algodón poseían techo a doble agua con abertura central y poseían un patio externo, esta vivienda tenía un mayor estatus en la jerarquía

del pueblo; la de los artesanos, eran más complejas porque albergaban los talleres dedicados a los diferentes oficios, estas casas eran más amplias, con más habitaciones y se incluía en la construcción la piedra en los parapetos.

En cuanto a la arquitectura mayor, las edificaciones por lo general la constituían, los Palacios, donde residía el gobernante, fastuosamente decorada, los Templos, donde residían los sacerdotes y todo lo relacionado con las actividades sagradas; las Fortalezas, donde residían los militares y el ejército.

De todos los valles donde se desarrollaron, la mitad de ellos presentan los monumentos más conocidos e importantes en la actualidad, entre ellos tenemos:

1. En el valle de Nepeña: la pirámide escalonada de Pañamarca.
2. En el valle del Santa: la pirámide "El Castillo".
3. En el valle de Virú: la pirámide de Huancaco y el castillo de Tomabal.
4. En el valle de Moche: las Huacas de la Luna y el Sol.
5. En el valle de Chicama: la Huaca partida, la huaca Blanca y la huaca Colorada.
6. En el valle de Jequetepeque: la huaca "Si An", y "Dos cabezas".
7. En el valle de Lambayeque: Pampa Grande y sus pirámides <sup>11,14</sup>.

### **Escritura**

Larco Hoyle afirmó que Moche tuvo un sistema de símbolos que contiene información, a manera de escritura, y la llamó pallasiforme. Se trata de dibujos en forma de pallas y líneas geométricas que encierran una comunicación especial, aún es estudiado para completar la explicación histórica <sup>14</sup>.

### **Ideología**

El Mundo mágico religioso de los Moche estaba dirigido por la casta sacerdotal, ellos poseían varias divinidades y muchas de ellas representadas en su iconografía mediante figuras antropomorfizadas, su panteón era extenso, y claramente el mundo estaba dividido en los de "arriba" (el Cielo) y los de "abajo" (la tierra). El Señor gobernante era un personaje divinizado, y por lo

tanto su vestimenta tanto en vida como en la muerte lo demostraba de esa manera.

Las principales actividades político-religiosas, como el combate entre guerreros, las carreras y la caza del venado, tenían un fin ceremonial o religioso, tenía como objetivo agradar a los dioses.

En la creencia mochica, la vida continuaba después de la muerte y en el más allá su rango, posesiones terrenales y obligaciones continuaban sin alteraciones, prueba de ello lo encontramos en los actos funerarios y el propio entierro que contenía todo lo necesario para seguir usándolo en el otro mundo. Poco quedó de estos hallazgos, los continuos saqueos a estas tumbas solo dejaron pequeñas huellas de un mundo avanzado, pero gracias al descubrimiento de las tumbas de Señor de Sipán en 1987 cambió hacia un mejor y claro entendimiento del mundo de los Mochicas <sup>14,15,16</sup>.

### **La guerra**

El aspecto propiamente militar de los Moche generó diversas opiniones entre los investigadores, una corriente estaba a favor que los Moche poseían una fuerte élite militar debidamente entrenada y a tiempo completo, esto evidenciado por las construcciones militares que servían de albergue a los militares; por otro parte, se sostiene que la actividad bélica no era común en los Moche, y por el contrario el combate que realizaban era de tipo ceremonial y eventual; lo cierto es que sobre la actividad militar y armas usadas, estas se hallan plasmadas en las vasijas y murales, en ellas podemos evidenciar que las armas usadas consistían de una maza de madera forrada de cobre, otras usadas eran las hondas y lanzas; como elementos de protección usaban un casco, escudo de madera forrada de cobre y petos.

La importancia de estos actos de combate era que se generaba una forma de “duelo entre caballeros”, con reglas específicas y un código de honor preestablecido; al finalizar el combate, el vencido era conducido desnudo y atado por el vencedor y era llevado ante una pirámide sagrada para ser parte de un ritual de sacrificios cíclicos con el fin de agradar a las divinidades del panteón Moche y consagrar la fertilidad de la tierra con la sangre de los

vencidos. Todos estos aspectos ritualísticos están plasmados en las diferentes vasijas y murales de las construcciones Moche <sup>14</sup>.

### **Alimentación Moche**

Investigadores como Gumerman, identificaron especies botánicas procedentes de enterramientos Moche en los entierros de Pacatnamu. El encontró que el principal componente en estos era el maíz y se podía encontrar diversas variedades de este, pudiendo comprobar que el maíz constituía un alimento lujoso reservado para la élite Moche y los dioses; este aspecto también se evidencia en la cerámica donde se dibujaban los aspectos de los enterramientos Moche.

Una escena Moche muy famosa descrita por Donnan (1975-76), pintada en cerámica y en un mural en Pañamarca (centro administrativo Moche en el sur), llamada “la presentación”, muestra a cuatro principales personajes de la élite Moche en donde el personaje principal (el señor o gobernante) recibe una bebida en una copa, este acto evidencia el lugar de los alimentos como centro en los rituales de los centros de poder.

En otras iconografías se pueden encontrar más evidencias sobre la importancia de las comidas no solo como base de la alimentación cotidiana si no como aspectos involucrados en sus diversos rituales enfocados en una especie de “fuerza de vida”. En la iconografía descrita por Donnan (1976) se evidencia la presentación de diversos alimentos como las legumbres y la papa, en la iconografía se ve que estos abundantes platos están esperando ser recibidos por un personaje importante.

Otra evidencia sobre el tipo de alimentos consumidos por los Moche, y en especial la élite, está en el complejo “El Brujo”, donde Gumerman encontró en uno de los lados del templo, lugares destinados para el asado, especialmente de camélidos, evidenciado por los restos de huesos encontrados en esa área descrita <sup>18</sup>.

Testimonios prehispánicos sobre el consumo y conservación del pescado nos refiere el uso de depósitos para el almacenaje del pescado seco y salado; la técnica usada para conservar el pescado era el de exponerlos eviscerados y

abiertos a la luz solar en empedrados o arenas batidas por el viento, también en tendales, cordeles u otros elementos, y luego proceder al salado de estos.

El consumo del pescado desde el pre cerámico, se evidenció fuertemente en el imperio Inca, según las crónicas de Betanzos (1571), refiere que el Inca Yupanqui, cuando reconstruyó el Cusco, ordenó que cada cuatro días se repartiera maíz, charqui y pescado seco, entre los 50,000 artífices y sus familiares que se afincaron en Cusco durante los veinte años que demandó la edificación del nuevo Cusco. Esto demuestra, que el consumo del pescado no se limitaba solo a la costa si no que llegaba hasta el interior del antiguo Perú <sup>19</sup>.

Investigaciones sobre las especies marinas han identificado una gran variedad de peces en el litoral norteño, trabajos presentados en el segundo coloquio sobre la cultura moche, muestra 36 especies de peces identificados, 20 especies viven cerca a la orilla marina y pueden ser capturados desde la orilla con cordel o redes simples, estos son: tollo, guitarra, lisa, pintadilla, pejerrey, lenguado, trambollo, borracho, corvina dorada, mojarrilla, cachema, lorna, chita, entre otras especies; otras 10 especies de peces viven mar adentro y solo son capturados con embarcaciones y redes especiales, ellas son: sardina, merluza, jurel, cabrilla, cojinoba, caballa, sierra, atún y bonito.

En cuanto al consumo de moluscos, resalta la relativa abundancia de *Donax obesulus* “palabritas”, y otros como *Tegula atra*, *Prisogaster niger*, *Thais chocolata*, *Thais haemastoma* y *Semimytilus alcosus*. El *Donax obesulus* es la almeja más común en las orillas de la costa norte del Perú y la especie dominante en el valle de Moche, su recolección no era complicada por lo cual esta actividad recolectora la podían hacer las mujeres y los niños, lo que no era así con los mejillones y caracoles de rocas que para su recolección se necesitaban herramientas más sofisticadas. El *Scutalus proteus* es el caracol terrestre más abundante encontrado en diversas investigaciones, al parecer su consumo aumentaba cuando disminuía la presencia del *Donax*; también se han identificado crustáceos como: *Chthamalus cirratus*, *Arenaus mexicanus*, *Platyxanthus orbigny*, *Paraxanthus barbiger* e *Hypollobocera sp.*, las cinco primeras especies constituyen la fauna marina encontrada en aguas frías.



Sobre el consumo de aves como aves marinas, gaviotas y cormoranes es evidenciado por la presencia de marcas de cortes hechos en los huesos; se han encontrado en diversas excavaciones de la zona, los restos de guanay, piquero, gaviota, pelícano y albatros, constituyendo elementos de subsistencia de las poblaciones prehispánicas de la costa. Otras especies importantes en la alimentación lo constituyen las palomas de campo que constituyó una importante fuente de proteínas y que indicaría la actividad de la cacería.

Dentro de los mamíferos destacan: los cuyes, la muca o zarigüeya y la vizcacha. Una característica de la preferencia en la crianza y consumo del cuy, es que este animal tiene una tasa muy alta de reproducción, inicia su actividad reproductiva a los 55 a 70 días de nacido y las hembras tienen un ciclo de 16.4 días, con una gestación de 67 días; la parición depende de la alimentación, si es abundante hay mayor número de crías que por lo general son entre 3 o 4, y tienen una vida reproductora de 4 años llegando a vivir hasta 8 años. Tan solo el consumo del cuy debió aportar alrededor de 5 a 10 gr. de grasa.

Según las diversas categorías de alimentos, podemos conocer y comparar el contenido de calcio que tienen nuestros alimentos nativos versus los europeos, y llegar a la conclusión que los alimentos nativos del Perú contenían, y contienen altas concentraciones de calcio comparados con las venidas de Europa<sup>20</sup>.

### **Medicina Moche**

Según Rafael Larco, y gracias a la retratación en los cerámicos de los que ejercían el arte de la medicina, podemos saber que este acto lo hacían tanto hombres como mujeres; para el caso de los hombres, estos pertenecerían a un alto rango social, vestían magníficos tocados y elaboradas orejeras y aparecen en los cerámicos sentados frente a su paciente y en torno a ellos objetos y útiles de curación. Para el caso de las mujeres, ellas son representadas como de edad madura, aparecen sentadas en el suelo con las piernas cruzadas, exhiben una indumentaria que consistía en una túnica de mangas cortas y una faja a la altura de la cintura, llevan como distintivo un collar ancho formado de cuentas, llevan en las orejas aretes muy vistosos, al lado de ellas una caja que contiene medicamentos y útiles de uso curativo<sup>14</sup>.

La manera como estos médicos moche curaban a los enfermos están expresadas en las cerámicas diversas, ahí se pueden observar que los enfermos eran examinados en posición decúbito dorsal y totalmente desnudos, luego, el médico le aplicaba las manos sobre el cuerpo en aquellas regiones que presentaba la dolencia, luego este cerraba los ojos y con el rostro hacia arriba portaba una actitud de invocación, posiblemente este acto estaba dirigido a indagar la causa de la enfermedad y descubrir el camino terapéutico a seguir.

Debemos de tener en cuenta que, en estos antiguos médicos, denominados también curanderos, predominaba lo sobrenatural, la magia, lo oculto, y mediante sus invocaciones existía una influencia de carácter psicológico en su paciente por lo cual este enlazaba con su médico una especial confianza al ponerse en sus manos. A ello se suma el uso de ciertas bebidas o brebajes con propiedades euforbiáceas, diaforéticas, analgésicas, etc., cuya función es la de completar la cura de la enfermedad. El éxito o no del tratamiento, dependía de una superioridad divina y ello era comprendido y aceptado por el enfermo o sus familiares, por lo tanto, el médico se convertía en el instrumento o interlocutor con divinidades superiores en la decisión de la vida o la muerte <sup>14</sup>.

Las cerámicas, como se ha dicho, nos enseñan sobre las enfermedades que padecían nuestros antiguos pobladores, las evidencias de tumbas y entierros de la época no muestran restos de cuerpos en forma masiva para pensar en la existencia de epidemias, más bien, nos muestran patologías comunes como trastornos cutáneos, cicatrices varicosas, parálisis facial, afecciones oftálmicas, y posiblemente la presencia de la viruela por las típicas lesiones expresadas en figuras humanas en los cerámicos.

Si queremos conocer el estado de deficiencia nutricional se usan indicadores obtenidos en la dentadura y esqueleto durante el período de crecimiento de la niñez, tales como hipoplasia del esmalte, hiperostosis porótica, periostitis no específica, etc., según Santiago Uceda y Elías Mujica (1994), materiales óseos encontrados y analizados de tumbas mochicas no reflejan estos indicadores, al parecer la población estaba bien alimentada y con buena salud en general a pesar de presentar una estatura promedio entre 150-168 cm <sup>21</sup>.

Los análisis de los cambios degenerativos en las articulaciones del esqueleto reflejan los tipos de actividades de los individuos, por lo tanto, el examen de la frecuencia y distribución de la osteoartritis provee de información acerca de los patrones de actividad de las poblaciones en la antigüedad.

En un estudio realizado en osamentas de la zona arqueológica de Pacatnamú (Verano 1993), los cambios degenerativos observados son descritos como moderados, sin patrones destructivos avanzados o severa distorsión de las superficies articulares. Las caderas, rodillas, hombros y codos son las articulaciones más afectadas. Verano asume que los cambios degenerativos en la cadera y la rodilla reflejan la tensión del peso corporal sufrido por estas articulaciones, mientras que los cambios en las articulaciones del hombro y el codo sugieren su uso en actividades que involucran los miembros superiores, esto se relacionaría probablemente con actividades asociados a levantar o cargar objetos pesados <sup>21</sup>.

Los patrones de osteoartritis, y hernias discales, sugieren en el antiguo poblador moche, un estilo de vida activo, con uso substancial de la parte superior de su cuerpo y de los miembros.

Es muy general que en las vasijas moche se ilustren individuos con defectos físicos, comúnmente se incluyen aquí a personas que les faltan pies, manos, piernas o antebrazos, y sobre ello ha habido mucha especulación sobre esta expresión y su posible significado, varios investigadores han sugerido que la amputación era una forma de castigo, más no un procedimiento curativo.

Según lo describe Verano (2003), las dos formas más frecuentes de cirugía en la antigüedad peruana lo constituyen las trepanaciones y las amputaciones.

En cuanto a la cirugía moche, esta alcanzó notables progresos, el aspecto más elaborado de ello son las amputaciones, estas se muestran claramente en diversos cerámicos donde se aprecia personajes con el pie o pierna amputada y el uso de una especie de casquete de madera reemplazando al miembro eliminado; la técnica quirúrgica utilizada es muy similar a la de nuestros días, se aprecia la formación del muñón para luego recibir una pieza de reemplazo.

En los datos presentados por Verano (2003) se evalúan amputaciones quirúrgicas del pie realizados por medio de la desarticulación de la juntura del tobillo en restos óseos asociados a los moche. La reacción ósea en cada caso es muy similar, e indica un periodo de recuperación seguido por uno de adaptación para volver a caminar.

Sobre otras patologías en la cultura moche sabemos muy poco, más aún enfermedades óseas como la presencia de Osteoporosis, la cual en la actualidad es un problema de salud pública mundial. No se ha encontrado estudios sobre el estado de salud ósea relacionado a la osteoporosis en la sociedad moche la cual es motivo de la presente tesis.

Se puede concluir que, por los diversos estudios realizados en las tumbas excavadas, la mayoría de osamentas son de personas adultas de una edad no muy avanzada, por lo general no hay presencia amplia de haber una alta prevalencia de enfermedades infecciosas o epidemias, ello es posible, por un lado, el buen desarrollo de la medicina en la antigüedad, o la falta de mayor investigación al respecto <sup>21</sup>.

## **Osteoporosis y aspectos clínicos<sup>22</sup>**

### **Introducción y definición de términos**

En el lenguaje médico cotidiano, empleamos en el contexto de las enfermedades metabólicas del hueso una serie de términos, que consideramos importante definir antes de abordar extensamente el tema.

La definición de osteoporosis está estrechamente ligada con el concepto de “masa ósea”, el cual es un término de uso común y se emplea para referirse a la cantidad de hueso bien mineralizado que tiene cualquier persona en determinado momento de su vida. La densidad mineral ósea (DMO) es la forma matemática en la cual se expresa la masa ósea.

La densitometría nos valora la densidad mineral ósea (DMO), la cual resulta de dividir el contenido mineral óseo (CMO) entre el área (A). El contenido mineral óseo se expresa en gramos (g) y el área en  $\text{cm}^2$ ; por lo tanto, la DMO se expresa en  $\text{g}/\text{cm}^2$ . Como podemos apreciar la densitometría ósea nos expresa una densidad “de área”; este concepto es importante puesto que los cambios de

posición o el posicionamiento incorrecto de las áreas escaneadas pueden alterar de manera importante la DMO

La densitometría ósea valora la cantidad de hueso, pero no proporciona información acerca de las deficiencias en la mineralización, desde que en la osteoporosis el hueso es cualitativamente normal, pero cuantitativamente está disminuido, la densitometría ósea resulta de utilidad para el diagnóstico y seguimiento de esta enfermedad. Sin embargo, no es útil para el diagnóstico de enfermedades que se caracterizan por una mineralización insuficiente del material osteoide como la osteomalacia.

El hueso es un tejido que se encuentra en continuo recambio gracias al proceso de “remodelamiento óseo”, mediante el cual se van removiendo porciones de hueso viejo y se reemplazan por hueso nuevo y recién sintetizado. El proceso de remodelamiento óseo se lleva a cabo en las denominadas “unidades de remodelamiento óseo”, en las cuales los osteoclastos se encargan del proceso de resorción y formación de la cavidad de resorción, la cual es luego ocupada por los osteoblastos, que sintetizan la matriz osteoide, la cual posteriormente se mineraliza y da lugar al hueso bien formado. Los osteoblastos son atrapados en el material osteoide y se denominan osteocitos, los cuales juegan un papel importante en la homeostasis del calcio.

Como anteriormente se mencionó, para que el hueso se forme el primer paso es el depósito de material osteoide en la cavidad de resorción, el cual luego se mineraliza y da lugar al hueso bien formado; el proceso de formación del hueso, nos permite entender que en la osteoporosis el hueso es cualitativamente normal, pero cuantitativamente está disminuido. En la osteomalacia en cambio ocurre una mineralización tardía o retardada del material osteoide, de manera que la densitometría ósea en esta enfermedad puede mostrar un hueso cuantitativamente normal, pero no valora el estado de mineralización.

La osteoporosis es una enfermedad sistémica crónica, asociada a un profundo impacto en la salud de las personas y en su calidad de vida. Las complicaciones de esta enfermedad y en particular la fractura de cadera y vértebras, están asociadas con una importante morbilidad y mortalidad; además de provocar dolor, limitación funcional y afectar de manera importante el desenvolvimiento de las actividades cotidianas.

La densitometría ósea, es una de las pruebas más nuevas dentro del arsenal diagnóstico para las enfermedades metabólicas del hueso. Si bien es cierto que su interpretación diagnóstica final sobre el estado del hueso radica en la valoración correcta de los valores del T-score; como clínicos es recomendable no limitarnos a un simple valor numérico para establecer un diagnóstico y tratamiento; sino más bien aprovechar al máximo la información que nos proporciona este método de diagnóstico.

El extraordinario avance tecnológico de la densitometría ósea en los últimos años, ha hecho que esta técnica inicialmente considerada como una prueba básicamente cuantitativa, se convierta en una técnica de imágenes y nos brinde información adicional que se debe de interpretar para obtener el máximo provecho de la información.

Algunas décadas atrás, los métodos radiológicos eran empleados de manera rutinaria para determinar si un paciente tenía o no osteoporosis. Al momento actual la densitometría ósea es más sensible y detecta más tempranamente la pérdida de masa ósea en relación a la radiología convencional, de manera que es considerada el método de elección para establecer el diagnóstico de osteoporosis.

A pesar de esto, se considera que todo paciente con un diagnóstico reciente de osteoporosis (por densitometría), debe de tener al menos un estudio radiológico de la columna torácica y lumbar. El estudio radiológico nos complementará la información que obtengamos en densitometría, pues nos permitirá valorar la presencia de complicaciones de esta enfermedad (Ej. colapsos vertebrales), pero la mayor importancia radica en establecer un diagnóstico diferencial mínimo, pues nos permitirá descartar otras enfermedades que pueden asociarse a osteoporosis en algunos casos y en establecer un segundo diagnóstico en otros.

### **Definición de osteoporosis**

La osteoporosis es una enfermedad esquelética sistémica, con un profundo impacto en la salud de las personas y en su calidad de vida. Las complicaciones más temidas de esta enfermedad son las fracturas, en particular

la fractura de cadera y las fracturas vertebrales (colapsos vertebrales), los cuales están asociados con una importante morbilidad y mortalidad.

La definición moderna de la osteoporosis debe de incluir tres elementos:

- Disminución de la masa ósea.
- Deterioro de la micro-arquitectura ósea, que llevan a una fragilidad del hueso.
- Incremento de la susceptibilidad al desarrollo de fracturas por fragilidad.

Una de las definiciones para la osteoporosis, que integra mejor estos factores es la siguiente: “Una enfermedad sistémica caracterizada por una disminución de la masa ósea y el deterioro de la micro-arquitectura del tejido óseo, con el subsiguiente aumento de la fragilidad ósea e incremento de la susceptibilidad a las fracturas”. (Definición de Consenso Internacional. Anónima. Am J Med. 1993; 94: 646.)

El Instituto Nacional de Salud (USA), define a la osteoporosis de la siguiente manera: “Un desorden esquelético caracterizado por el compromiso de la fortaleza ósea, predisponiendo a incremento en el riesgo de fracturas. La fortaleza del hueso refleja la integración de dos factores principales: densidad ósea y calidad ósea”. (NIH Consensus Development Panel. JAMA. 2001; 285: 785).

Desde el punto de vista densitométrico, la Organización Mundial de la Salud (WHO) define a la osteoporosis en mujeres caucásicas posmenopáusicas, basado en la medición del T-score, el cual representa la densidad mineral ósea del paciente expresado como el número de desviaciones estándar debajo o encima del valor medio de la densidad mineral ósea para el adulto joven.

En la definición de la WHO, se define osteopenia cuando el valor del T-score se encuentra entre 1,0 y 2,49 desviaciones estándar por debajo del valor de la media para el adulto joven (T-score  $>-2,5$  y  $<-1$ ). La osteoporosis se define cuando el valor del T-score se encuentra 2,5 desviaciones estándar por debajo del valor de la media para el adulto joven (T-score  $\leq -2,5$ ). La WHO define también a la osteoporosis como severa cuando existe un T-score  $\leq -2,5$  desviaciones estándar por debajo del valor de la media para el adulto joven, más el antecedente de fractura por fragilidad.

La WHO define una fractura por insuficiencia como una fractura causada por una injuria que no es suficiente para producir fractura en un hueso normal y que ocurre como consecuencia de una reducción en la resistencia del hueso a la compresión o torsión.

Clínicamente una fractura por fragilidad se define como aquella que ocurre como resultado de un trauma mínimo, como una caída desde la posición de bipedestación (o menor) o en la ausencia de un traumatismo identificable.

Las definiciones que previamente hemos revisado, enfocan tres aspectos importantes de la osteoporosis: Disminución de la masa ósea, deterioro de la micro-arquitectura ósea con el incremento en la fragilidad del hueso y una mayor susceptibilidad al desarrollo de fracturas por fragilidad. El resultado final de la enfermedad es el desarrollo de una fractura, la cual lógicamente va a depender de los factores antes mencionados.

Como se mencionó, con la densitometría ósea, estamos midiendo únicamente la densidad mineral ósea (masa ósea) y no estamos valorando los cambios en la micro-arquitectura ni la calidad del hueso; sin embargo, la relación entre densidad mineral ósea (DMO) y riesgo de fractura ha sido claramente establecida y se considera que la disminución de la DMO es el mayor factor que predice el desarrollo de una fractura por osteoporosis en aquellos pacientes sin fracturas previas. Se calcula que por cada desviación estándar por debajo del valor basal (media del pico de masa ósea o media de una población referencial por edad y sexo), el riesgo de fractura aproximadamente se duplica.

La osteoporosis es más prevalente en las mujeres posmenopáusicas, pero también puede afectar a varones y a personas jóvenes. Todas las razas son susceptibles de presentar osteoporosis y sus complicaciones, pero se reconoce que esta enfermedad afecta más frecuentemente a la raza blanca.

### **Tipos de hueso**

En el esqueleto humano, el 80% del hueso es cortical (o compacto) y el 20% trabecular (o esponjoso). El hueso trabecular contiene a la medula ósea en su interior, mientras que el hueso cortical es una estructura más sólida y forma la parte exterior de los huesos. El hueso trabecular forma la parte interna de los



huesos y se encuentra predominantemente en la columna vertebral y en la muñeca; este tipo de hueso se renueva en cerca del 25% cada año; mientras que el hueso cortical predomina en la diáfisis de los huesos largos y se renueva en cerca del 3% cada año.

El hueso trabecular es metabólicamente más activo que el hueso cortical y refleja más rápidamente los cambios metabólicos que el hueso cortical; de manera que, si se desea evaluar cambios en la densidad mineral ósea derivada de alguna enfermedad o intervención terapéutica, el cambio será observado más tempranamente en la región con predominio de hueso trabecular.

La proporción entre hueso cortical y trabecular varía dependiendo del lugar anatómico que se estudie y al perderse más tempranamente hueso trabecular que cortical, la DMO en un mismo paciente varía en las diferentes áreas escaneadas, de manera que se puede encontrar hueso normal en un área anatómica y osteopenia u osteoporosis en otras.

En la osteoporosis posmenopáusica, el primer hueso que se pierde es el trabecular, lo cual se asocia con una mayor pérdida en áreas con mayor proporción de este tipo de hueso, como radio ultradistal y vértebras, por lo tanto, en estas áreas se refleja primero la pérdida de DMO, que en áreas que tienen un mayor contenido de hueso cortical (fémur).

Algunas enfermedades como el hiperparatiroidismo tienen en cambio una predilección por las regiones que son de composición predominantemente cortical y causan desmineralización principalmente en el cuello femoral o el tercio medio del radio.

### **Clasificación de la osteoporosis**

La osteoporosis primaria se refiere a la condición clínica en la cual la pérdida de masa ósea se atribuye a la menopausia o al envejecimiento. Clásicamente se divide en el tipo I (posmenopáusica) y tipo II (senil), aunque para algunos autores ambas formas representan dos estadios evolutivos de la misma enfermedad.

En la osteoporosis tipo I, la pérdida de hueso es a predominio trabecular y se asocia con fracturas de columna y antebrazo; mientras que en la osteoporosis tipo II existe además pérdida de hueso cortical y se asocia con fracturas de huesos largos como el fémur.

La osteoporosis secundaria es aquella en la cual la disminución de la masa ósea se debe a otras causas identificables diferentes de la menopausia o envejecimiento; y existen múltiples enfermedades en las cuales la pérdida de densidad mineral ósea es parte del cuadro clínico. Es importante en todo paciente en el cual se hace el diagnóstico de osteoporosis, establecer un diagnóstico diferencial mínimo, antes de asumir que es una osteoporosis primaria.

### **Densitometría ósea: principios básicos y análisis de la imagen<sup>22</sup>**

Se ha empleado diferentes técnicas para evaluar la densidad mineral ósea y establecer el diagnóstico de la osteoporosis. Algunas de estas técnicas han sido sencillas y su aplicación fue sistemáticamente valorada en el momento en el cual se empleaban; mientras que otras en cambio han sido usadas de manera más restringida.

Cuando solicitamos una densitometría ósea, la técnica universalmente empleada es la absorciometría dual de rayos X (DXA). Esta técnica es rápida, precisa y somete al paciente a una baja dosis de radiación, por lo cual se emplea de manera sistemática para valorar la DMO en la práctica clínica y en la investigación de la eficacia de nuevos fármacos para el tratamiento de la osteoporosis.

Se revisarán las técnicas de diagnóstico más empleadas, pero se hará énfasis en el empleo de la absorciometría dual de rayos X (DXA) considerada el “estándar de oro” para compararla con otras técnicas disponibles.

### **Principios básicos**

El objetivo de la densitometría es cuantificar la densidad de la masa mineral ósea (hidroxiapatita de calcio) en un medio que contiene grasa, músculo y médula ósea, además del mineral y otros componentes.

Las técnicas iniciales de densitometría ósea emplearon como principio la atenuación de fuentes de energía provenientes de radionúclidos monoenergéticos. En la absorciometría fotónica simple (SPA) y en la absorciometría fotónica dual (DPA) se empleó generalmente como radionúclido el  $^{153}\text{Gd}$  con fuentes de energía de fotón de 44 y 100 KeV.

Posteriormente se emplearon como fuentes de energía a los rayos X y surgió la absorciometría simple de rayos X (SXA) y posteriormente la absorciometría dual de rayos X (DXA).

La densitometría basada en rayos X utiliza como fuente de energía fotones procedentes de un tubo de rayos X y compara la atenuación de los rayos X en el tejido medido con la atenuación del sistema de referencia conteniendo una muestra mineral de composición conocida, el cual en la mayoría de sistemas es la hidroxiapatita de calcio.

El término “atenuación” de rayos X se refiere a como se remueven los fotones en el haz de rayos X al atravesar los tejidos; y es determinada básicamente por la densidad y espesor del tejido. Si el grado de atenuación puede ser cuantificado, es posible también valorar cuantitativamente la densidad del tejido.

En el sistema DXA la densidad mineral ósea es valorada en una localización específica y la imagen obtenida se basa en la atenuación de dos haces de rayos X de diferente energía (alta y baja), valorando la atenuación de dos energías de fotón diferente. La atenuación del hueso a baja energía es mayor; mientras que a alta energía la atenuación del hueso es similar que la del tejido blando.

En el sistema DXA existen dos tipos principales de equipos, los denominados “pencil beam” y los “fan beam”, la diferencia entre ambos es que los “pencil beam” producen el escaneo punto por punto pues el haz de rayos X se va moviendo con el único detector mientras se produce el escaneo de la persona. En los equipos “fan beam” se emplea múltiples haces de rayos X y múltiples detectores. La precisión es similar entre ambos, pero los “fan beam” tienden a tener un tiempo de escaneo menor.

Con la densitometría ósea se busca básicamente valorar lo siguiente:

- Valoración del riesgo de fractura
- Valoración de la necesidad de tratamiento
- Monitorizar los cambios como respuesta al tratamiento

Cuando nos referimos a una densitometría ósea completa, la ISCD recomienda el escaneo de dos áreas centrales: columna AP y cadera. Los equipos centrales valoran la DMO en diferentes regiones (antebrazo, columna lateral etc.) pero siempre valoran columna AP y cadera, que son las áreas anatómicas de elección para establecer el diagnóstico de osteoporosis. El estudio de cuerpo entero se emplea para valorar principalmente composición corporal y no para el diagnóstico de la osteoporosis.

### **Anatomía densitométrica**

#### **División del esqueleto en densitometría**

En densitometría ósea existen varias formas de dividir al esqueleto dependiendo del tipo de hueso, las dos clasificaciones más comunes son:

- Esqueleto axial y apendicular
- Esqueleto central y periférico

Cuando se emplea el término de “esqueleto axial”, en densitometría se refiere básicamente a la columna, mientras que el “esqueleto apendicular” se refiere a las extremidades.

La otra forma de dividir al esqueleto es en central y periférico. El “esqueleto central” incluye a la columna y al fémur proximal; mientras que los demás huesos forman parte del “esqueleto periférico”, en particular antebrazo, dedos y calcáneo.

Notaremos que a diferencia de la manera tradicional en la cual algunos términos se usan comúnmente en medicina, en densitometría los criterios para su empleo son distintos. Un ejemplo claro es como empleamos el término

“esqueleto axial”. En medicina se emplea para referirse a la columna, articulaciones sacroiliacas, cráneo, costillas y esternón; mientras que en densitometría se emplea para referirse básicamente a la columna. El segundo término que en densitometría no guarda concordancia es el de “esqueleto central”, pues se incluye dentro de esta clasificación a la porción proximal del fémur, que como es de nuestro conocimiento forma parte del esqueleto periférico en medicina.

Esta última división del esqueleto en central y periférico se emplea no solo para hacer la división anatómica de las regiones a estudiarse, sino también al tipo de prueba que cada equipo de densitometría ofrece. Por ejemplo, el término de esqueleto “central” en densitometría se refiere a la valoración de la columna y la porción proximal del fémur. En este contexto se denominan como “equipos centrales” o “densitómetros centrales” a los equipos que realizan la adquisición en estas dos áreas anatómicas (así el equipo incluya también la medición en otras áreas anatómicas adicionales, Ej. antebrazo). Mientras que los “equipos periféricos” o “densitómetros periféricos” son los que valoran la DMO únicamente en regiones periféricas o apendiculares, como el radio ultradistal, radio distal, calcáneo y falanges.

### **Tipos de escaneo y equipos de densitometría ósea**

En general, los equipos de densitometría ósea pueden escanear diferentes áreas anatómicas (columna, cadera, antebrazo, etc.), en las cuales nos proporcionan información sobre las denominadas Regiones de Interés (ROI). Una ROI es el área anatómica en la cual específicamente se valora la densidad mineral ósea con propósitos diagnósticos. Los equipos de densitometría ubican de manera automática las ROI y nos sirven para establecer el diagnóstico del estado de la densidad mineral ósea del paciente.

Algunas de las áreas escaneadas tienen utilidad diagnóstica y otras más bien son útiles para el monitoreo del tratamiento o para el tamizaje.

Se denominan “equipos centrales” o “densitómetros centrales” a los equipos que realizan la adquisición en la columna AP y fémur proximal. Generalmente

los “equipos centrales” son capaces de escanear otras áreas anatómicas (Ej. Antebrazo o cuerpo completo).

Los “equipos periféricos” o “densitómetros periféricos” son los que valoran la DMO únicamente en regiones periféricas o apendiculares, como el radio ultradistal, radio distal, calcáneo y/o falanges.

Una “densitometría ósea completa”, con propósitos diagnósticos o de monitoreo del tratamiento consiste en el escaneo de dos áreas anatómicas: la columna en posición antero-posterior (columna AP) y el fémur proximal (o cadera). En el caso de que por cualquier razón la columna o cadera no puedan ser evaluadas, se debe de escanear el antebrazo (tercio medio o radio 33%).

Es importante diferenciar a la densitometría ósea completa del escaneo de “cuerpo entero” o “cuerpo completo”, el cual consiste en escanear todo el cuerpo del paciente. Este tipo de prueba nos sirve primariamente para valorar la composición corporal, pues nos indica la cantidad de hueso, tejido magro y grasa. Una utilidad adicional del escaneo de cuerpo entero es para el diagnóstico del estado óseo en los niños. El escaneo de “cuerpo entero” o “cuerpo completo” no nos sirve para el diagnóstico de la osteoporosis y no debe de confundirse con la “densitometría ósea completa”.

Algunas áreas son de utilidad para el diagnóstico, como la columna AP y el fémur proximal; mientras que otras tienen utilidad solo en el tamizaje, como el calcáneo o el radio distal. Algunos equipos periféricos pueden escanear dos áreas anatómicas periféricas (Ej. Antebrazo y calcáneo); pero no escanean ningún área central (columna o cadera).

### **Medición de columna vertebral**

La columna lumbar por su sensibilidad a los cambios con la edad, la menopausia y otras causas de pérdida de la densidad mineral ósea, es probablemente la región esquelética más estudiada mediante tecnología DXA. La columna vertebral es extremadamente útil para predecir riesgo de fractura y hacer seguimiento de diferentes enfermedades y la monitorización del tratamiento.

En columna vertebral, los equipos de densitometría nos proporcionan automáticamente los valores de DMO (incluidos los T-score) de las siguientes vértebras: L1, L2, L3 y L4 y automáticamente nos proporcionan un T-score promedio entre los valores de DMO de estas 4 vértebras. A esta región de interés se le denomina ROI L1-L4 y como anteriormente mencionamos, es el que se emplea para el diagnóstico. En la mayoría de equipos de densitometría ósea es posible visualizar L5, pero por su importante superposición con la pelvis, esta vértebra no es evaluada.

En general L1 es la que tiene una menor DMO. Los valores del contenido mineral óseo (CMO), el área de la vértebra y la DMO van a ir aumentando ligeramente desde L1 hasta L3. En L4 desde que el área de la vértebra es mayor en comparación con L3 y a pesar del correspondiente incremento en la CMO, la DMO de L4 generalmente es similar a L3 o incluso algo menor. Es importante siempre recordar este aspecto, pues si encontramos que los valores de DMO son más elevados en L1 o L2 en relación a L3 o L4, se debe de sospechar la presencia de un colapso vertebral o de causas focales de elevación de la DMO a este nivel.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es que los T-score de cada una de las 4 vértebras individuales (L1, L2, L3 y L4), se deben de encontrar dentro de 1 desviación estándar. Cuando existe una diferencia mayor de 1 desviación estándar en una de las vértebras, es recomendable excluirla del análisis y sospechar alguna causa que explique esta diferencia (colapso vertebral, enfermedad articular degenerativa, infecciones etc.)

Una vértebra colapsada, por ejemplo, al reducir el área, provoca un incremento en los valores de DMO en esa vértebra y por lo tanto eleva falsamente el T-score total (L1-L4). Enfermedades que causan osteopenia localizada en una vértebra (Ej. Infecciones), al disminuir a DMO en la vértebra afectada, nos disminuye también el valor promedio del T-score L1-L4, induciéndonos a error. La enfermedad articular degenerativa en columna lumbar puede afectar la articulación anterior (también llamada discal) o puede afectar la articulación posterior o interapofisiaria. En ambos casos, el resultado es un aumento focal de la DMO en la (s) vértebras afectado (s) y elevar falsamente el T-score total (L1-L4).

Si se ha decidido eliminar una vértebra del análisis, no se debe simplemente de promediar los valores de los T-score de las vértebras restantes pues necesitamos un valor de DMO en relación al área. Es recomendable emplear el siguiente procedimiento, tomando en cuenta que la DMO resulta de la división de la CMO entre el área de la vértebra ( $DMO = CMO / \text{Área}$ ). Se procede a sumar los valores de CMO de las vértebras restantes, sumar los valores de las áreas de las vértebras restantes y finalmente dividir la CMO promedio entre el área promedio, con lo cual se obtiene el promedio de la DMO de las vértebras restantes.

### **Medición en la cadera**

El examen de la cadera se debe de efectuar eligiendo a la cadera que no tenga asociada alguna condición que altere de alguna manera los resultados del estudio (Ej. Fracturas previas, osteoartritis etc.). Sin embargo, la mayoría de equipos modernos cuentan al momento actual con un software que escanea las dos caderas a la vez (“fémur dual”). Se ha reportado recientemente que la densidad mineral ósea no es similar en ambas caderas, lo cual refuerza la ventaja de evaluar ambas caderas al mismo tiempo de ser posible.

En la cadera existen 4 ROIs (Región de interés para el análisis) importantes: cuello femoral, región trocántérica, triángulo de Ward y cadera total, las cuales fueron seleccionadas por representar áreas críticas de la cadera donde se producen las fracturas. El cuello femoral es la región donde se producen las fracturas subcapitales, cervicales medias y las fracturas de la base cervical, las cuales constituyen el 63% de todas las fracturas en el fémur proximal, El trocánter es la región donde se producen el 37% de las fracturas restantes.

El ROI de cadera total es considerado el más importante, entre otras razones porque proyecta un área más grande, lo cual facilita la medición. El ROI del cuello femoral contiene una cantidad proporcional de hueso trabecular y cortical; y representa la región más reproducible del fémur después del ROI de cadera total.

El ROI del trocánter tiene una alta proporción de hueso trabecular y para algunos autores es el área que responde rápidamente al tratamiento.



El ROI del triángulo de Ward representa la región con mayor contenido de hueso trabecular en la cadera, por lo cual los resultados de medición de la DMO a este nivel son menores que en los otros ROI. La precisión de las mediciones de la DMO también es menor en el triángulo de Ward's en relación a los otros ROI de la cadera, por lo cual es la región menos adecuada para estudios longitudinales. Esta ROI no debe de ser seleccionada para establecer el diagnóstico de osteoporosis.

En el análisis de la cadera, se debe de considerar para el diagnóstico, el menor valor del T-score de cualquiera de las 3 siguientes áreas: cuello femoral, región trocantérica o cadera total. El triángulo de Ward no se debe considerar para el diagnóstico, pues como mencionamos anteriormente posee una elevada proporción de hueso trabecular.

En el examen de cadera dual, el ROI que debe de escogerse para el diagnóstico es aquel que tenga el menor T-score entre ambos lados de las siguientes áreas: cuello femoral, región trocantérica o cadera total.

En el cuello femoral, se describe una medición que resulta útil para predecir el riesgo de fractura de cadera y se denominada "longitud axial de la cadera" (denominada como HAL, por las siglas del inglés: "Hip Axial Length"), la cual es considerada como un factor de riesgo independiente de la DMO para fracturas de cadera, particularmente las del cuello femoral. Este hecho puede explicar la razón por la cual las mujeres asiáticas al tener una menor longitud axial de la cadera, podrían tener un menor riesgo de fractura a este nivel.

La longitud axial de la cadera se define como la distancia que va desde la parte interna del piso pélvico, hasta el borde externo del trocánter mayor a lo largo del eje del cuello femoral. Se ha reportado que, por cada incremento en la desviación estándar de la longitud axial de la cadera, se incrementa en 1.9 el riesgo de fractura de cuello femoral y en 1.6 el riesgo de fractura trocantérica.

Otros autores han dividido a la longitud axial de la cadera en dos segmentos, uno de los cuales es la "longitud del eje del cuello femoral" (denominada como FNAL, por las siglas del inglés: "Femoral Neck Axial Length"), pero que

aparentemente no tiene un valor predictivo importante para fractura de cadera en comparación con la “longitud axial de la cadera (HAL)”.

### **Medición del antebrazo**

En el antebrazo existen diferentes ROIs, de las cuales las dos más importantes han sido el radio ultradistal y el radio 33%. Hasta hace algunos años atrás se consideraba al ROI del radio ultradistal para establecer el diagnóstico de osteoporosis. Sin embargo; en la última reunión de Consenso de la ISCD, se considera que el antebrazo no debe de informarse como parte de la rutina del estudio de densitometría ósea. El antebrazo debe de escanearse si por alguna razón, no puede realizarse la valoración de la columna o cadera. En este caso la recomendación es emplear como ROI del antebrazo el radio 33% en lugar del radio ultradistal.

Adicionalmente, debido a su elevada concentración de hueso cortical, algunas enfermedades como el hiperparatiroidismo provocan pérdida temprana de la DMO a este nivel.

### **Densitometría ósea en el diagnóstico de la osteoporosis**

#### **¿Qué nos informa una densitometría ósea?**

Un examen de densitometría, nos proporciona una serie de valores que debemos saber interpretar de manera correcta. En general siempre nos va a presentar los valores en cada una de las áreas escaneadas. La siguiente información es la que la mayoría de equipos de densitometría ósea proporciona:

- Valor absoluto de la concentración mineral ósea (CMO) en gm.
- Valor absoluto del área escaneada (en  $\text{cm}^2$ ).
- El valor de la densidad mineral ósea (se obtiene de dividir la CMO entre el área escaneada y se expresa en  $\text{gm} / \text{cm}^2$ ).
- Valores porcentuales con relación al adulto joven y los valores porcentuales ajustados a la edad, según la base de datos del equipo empleado.

- Valor del T-score.
- Valor del Z-score.

La densitometría ósea mediante técnica DXA genera una imagen de la región escaneada en dos dimensiones, proporcionando dos medidas directas: el contenido mineral óseo en gm (CMO) y el área de la región anatómica estudiada en  $\text{cm}^2$ . A partir de estos dos valores se obtiene la densidad mineral ósea areal (CMO/Área) expresada en  $\text{gm}/\text{cm}^2$ . Al ser una densidad de área, el posicionamiento del paciente es un factor importante, pues cambios en el área examinada, al cambiar el área proyectada, se pueden traducir en cambios en la densidad mineral ósea.

El valor porcentual con relación al adulto joven expresa el porcentaje de DMO del paciente con relación a sí mismo, considerando la edad, sexo, talla y peso (generalmente los equipos usan como valor referencial la DMO que debería tener el paciente a los 29 años). El valor porcentual con respecto a la edad expresa la DMO del paciente con relación a una población de referencia de la misma edad y sexo del paciente. El primero de éstos es de mucha utilidad pues nos permite hacer el seguimiento y monitoreo de la DMO ósea al evaluar respuesta al tratamiento.

La densitometría evalúa el contenido mineral óseo de cada paciente y éste valor lo compara de manera automática con dos valores de referencia:

- El valor que la persona debería tener en condiciones ideales con relación a su edad, sexo, talla y peso (la mayoría de equipos usa como valor referencial la DMO que debería tener el paciente a los 29 años, de acuerdo a su edad, talla, sexo y peso); a este valor se le denomina “**T-score**” y se expresa en desviaciones estándar.

El T-score se calcula como:

$$\text{T-score} = \frac{\text{DMO Medido} - \text{DMO media del adulto joven}}{\text{Desviación estándar del joven adulto}}$$

Ejemplo:

$$\text{DMO del paciente} = 0.90 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{DMO media pobl. Joven} = 1.0 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{Desviación estándar población joven} = 0.10 \text{ g/cm}^2$$

$$\text{T-score} = \frac{0.90 \text{ g/cm}^2 - 1.0 \text{ g/cm}^2}{0.10 \text{ g/cm}^2} = - 1.0$$

La media del joven adulto y la desviación estándar (DS) son usualmente derivadas de un grupo de sujetos sanos con edades entre 20 y 39 años compatibles en sexo y raza, desde que el pico de la masa ósea se encuentra dentro de este margen de edad.

- A su vez también la densitometría compara automáticamente el valor del paciente con el valor promedio de una población de referencia para su edad y sexo. A este valor se le denomina “**Z-score**” y se expresa también en desviaciones estándar.

El Z-score es similar en concepto al T-score, excepto que el DMO media y la DS se obtiene utilizando una población sana de referencia para su edad y sexo, en lugar del grupo de joven normal como la referencia. El Z-score es calculado de la ecuación:

$$\text{Z -score} = \frac{\text{DMO Medida} - \text{DMO media de compatibilidad de edad}}{\text{Desviación estándar de compatibilidad de edad}}$$

Ejemplo:

DMO del paciente = 0.900 g/cm<sup>2</sup>

DMO media sujetos sanos de misma edad y sexo = 0.980 g/cm<sup>2</sup>

Desviación estándar población similar = 0.10 g/cm<sup>2</sup>

$$\text{Z-score} = \frac{0.900 \text{ g/cm}^2 - 0.980 \text{ g/cm}^2}{0.10 \text{ g/cm}^2} = -0.8$$

### **Diagnóstico de la osteoporosis mediante densitometría ósea**

El T-score es el que se emplea para valorar como se encuentra la DMO en un paciente; y nos define tres estadios en cada región evaluada: masa ósea normal, osteopenia u osteoporosis. De acuerdo a estos valores del coeficiente T, los tres estadios mencionados, se definirían de la siguiente manera:

- Masa ósea normal: Cuando el T-score se encuentra entre valores que van desde +1 hasta -1
- Osteopenia: Cuando el T-score se encuentra entre valores que van desde -1 hasta -2,5
- Osteoporosis: Cuando el T-score se encuentra por debajo de -2,5
- Osteoporosis severa: Adicionalmente, se define una osteoporosis como severa, cuando el valor del T-score se encuentra por debajo de -2,5 y el paciente tiene el antecedente de haber sufrido una fractura.

Es conveniente recordar que los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el diagnóstico de la osteoporosis solo se aplican para mujeres blancas posmenopáusicas. Estos criterios no se aplican para varones, mujeres jóvenes, niños u otros grupos étnicos.

Al momento actual aún no está claro si las fracturas ocurren a un mismo valor de DMO en mujeres caucásicas y no-caucásicas, adicionalmente no todos los fabricantes de equipos DXA ajustan los T-score para raza y se requiere una mayor evaluación de este aspecto a futuro. Mientras aún no este claramente definido, la posición oficial de la ISCD es emplear como referencia una base de datos de mujeres caucásicas (válido dentro de los Estados Unidos de América), tanto para las mujeres de esta raza, como para las de otras razas.

Los criterios de la OMS solo se aplican en columna, cadera y antebrazo; y cuando se emplea tecnología DXA. No deben de emplearse en otros lugares anatómicos ni tampoco cuando se emplea tecnología diferente a la DXA (ultrasonido, TAC etc.).

El Z-score salvo situaciones especiales no debe de emplearse para establecer el diagnóstico de osteoporosis; pero cuando los valores de este coeficiente son menores de 2,0 se debe de sospechar alguna causa secundaria de osteoporosis.

El Z-score no se emplea para el diagnóstico de la osteoporosis en mujeres posmenopáusicas ni varones mayores de 20 años. El Z-score se utiliza para el diagnóstico de la osteoporosis solo en los siguientes grupos:

1. Mujeres pre menopáusicas, mayores de 20 años hasta antes de la menopausia.
2. Niños, varones y mujeres menores de 20 años.

### **Limitaciones de la densitometría ósea**

El error de precisión de los equipos de densitometría ósea es bastante bajo y de alrededor del 1% al 2%; sin embargo, también se debe de considerar el error de precisión de los tecnólogos, por lo que se recomienda que cada centro calcule el error de precisión de cada tecnólogo y del centro, tomando el promedio de los errores de precisión de cada uno de los tecnólogos.

Los resultados de una densitometría ósea están influenciados de manera importante por el posicionamiento del paciente y por la presencia de artefactos,

por lo cual tanto el personal técnico como los médicos que interpretan los resultados deben de estar debidamente entrenados. Si existe un posicionamiento incorrecto, lo más recomendable es volver a tomar la adquisición.

La densitometría ósea valora la pérdida de densidad mineral ósea, pero no valora las alteraciones del micro arquitectura del hueso, la cual conjuntamente con la masa ósea y la distribución geométrica del material óseo son responsables de la eficacia mecánica del hueso.

Con la densitometría ósea estamos valorando cantidad de hueso, pero no nos proporciona información acerca de los defectos de mineralización; por esta razón no es de utilidad para enfermedades como osteomalacia, en la que existe primariamente un defecto en la mineralización.

### **Densitometría periférica por DXA**

En los últimos años se ha incrementado el interés en la tecnología de medición de masa ósea de regiones esqueléticas periféricas conocida como densitometría periférica. Esto obedece a que en países en desarrollo como el nuestro, la falta de recursos económicos limita la disponibilidad de equipos de densitometría centrales, a los cuales, por cierto, no todos los pacientes tienen acceso. No obstante, debido a su rápido crecimiento y difusión; esta tecnología aun cuando es de bajo costo y puede ser llevada a grandes núcleos de población, debe ser empleada correctamente.

Debido a su renovado interés, se encuentran disponibles comercialmente una serie de equipos nuevos de densitometría periférica, que incluyen tecnología de absorciometría dual de rayos-X (pDXA), que reemplazó a los originales densitómetros comerciales de los años 1970s que utilizaban tecnología de absorciometría de un solo fotón (SPA) y que posteriormente evolucionaron a la absorciometría simple de rayos-X (SXA). Otras tecnologías disponibles son el ultrasonido óseo cuantitativo (QUS), la tomografía cuantitativa periférica (pQCT) y el desarrollo de la técnica de absorciometría radiográfica (RA) a través de

digitalización de imágenes en radiografías de falanges y contrastación de densidades a través de softwares innovadores.

### **Absorciometría simple de rayos-X (SXA)**

La absorciometría simple de rayos X (SXA) es la contraparte de la absorciometría de un solo fotón (SPA), así como la absorciometría dual de rayos-X (DXA) lo es para la absorciometría de doble fotón (DPA).

Los sistemas SXA son aparatos pequeños y de bajo costo dedicados al escaneo periférico del esqueleto. En esta técnica se utiliza una sola fuente de rayos-X para crear una imagen de puntos distales del esqueleto como el radio ultradistal, cubito y calcáneo. Un tubo de rayos-X con un generador de bajo voltaje (40kV) ha reemplazado la fuente radionuclear de los aparatos SPA, este tubo de rayos-X elimina la necesidad de reemplazar en forma frecuente la fuente de energía y a la vez evita la re-calibración del mismo.

Para compensar el factor de absorción del tejido blando al calcular la densidad ósea, la parte del área anatómica a medir se sumerge en un baño de agua para corregir y producir los efectos de la atenuación de tejido blando o se rodea con un gel que simula un espesor uniforme de tejido blando.

Su exactitud y precisión son buenas y los mantienen como métodos de escrutinio utilizados en osteoporosis.

### **Absorciometría periférica dual de rayos X (pDXA)**

La tecnología dual de rayos-X también es utilizada en aparatos portátiles dedicados a la medición de áreas anatómicas periféricas (antebrazo, falanges, talón). Debido a que usan tecnología DXA no requieren de un baño de agua o gel alrededor del área anatómica a estudiar como ocurría en los primeros equipos SXA.

Las ventajas de estos equipos son el bajo costo por prueba, son portátiles, emiten dosis bajas de radiación y permiten llevar el método de diagnóstico a grandes grupos de población <sup>22</sup>.



## Nomenclatura DXA

- DXA – no DEXA
- T-score – no T score, t-score ni t score
- Z-score – no Z score, z-score ni z score

## Dígitos decimales DXA

El número de dígitos decimales recomendados para los informes DXA son:

- BMD: 3 dígitos (ej.: 0,927g/cm<sup>2</sup>)
- T-score: 1 dígito (ej.: -2,3)
- Z-score: 1 dígito (ej.: 1,7)
- BMC: 2 dígitos (ej.: 31,76g)
- Área: 2 dígitos (ej.: 43,25cm<sup>2</sup>)
- % base de datos de referencia Número Entero (ej.: 82%)

### I.3 Definición de términos

**Osamentas:** término que designa a los restos óseos producto de las excavaciones arqueológicas.

**Osteoarqueología:** disciplina de la arqueología que se dedica al estudio de los restos óseos.

**Osteoporosis:** enfermedad caracterizada por disminución de la masa ósea y su consecuente destrucción ocasionando fracturas óseas principalmente en columna vertebral, cadera y antebrazo. Por lo general es más prevalente en mujeres que en varones y se asocia al estado de la menopausia.

**Densitometría ósea:** técnica que es utilizada para conocer el estado de la densidad mineral ósea (DMO), dando como resultados establecidos entre lo normal, la osteopenia y la osteoporosis.

**Densitómetro óseo:** equipo médico usado para la detección de osteoporosis mediante el uso de rayos x dual (DXA).

**DXA:** siglas de absorciometría dual de rayos x.

**Densitómetro periférico:** equipo médico que utiliza la tecnología DXA o de ultrasonido que es capaz de medir la DMO en zonas periféricas óseas de fácil acceso como el antebrazo y el hueso calcáneo; por lo general son equipos portátiles.

**Osteopenia:** estadio óseo comprendido entre lo normal sin llegar a ser osteoporosis, sus valores de medida densitométrica según la OMS está en un valor de T-score entre -1 a -2,5.

**T-score:** es el valor que la persona debería tener en condiciones ideales con relación a su edad, sexo, talla y peso (la mayoría de equipos usa como valor referencial la DMO que debería tener el paciente a los 29 años, de acuerdo a su edad, talla, sexo y peso).

**Z-score:** es la media del joven adulto y la desviación estándar (DS) son usualmente derivadas de un grupo de sujetos sanos con edades entre 20 y 39 años compatibles en sexo y raza, desde que el pico de la masa ósea se encuentra dentro de este margen de edad.<sup>22</sup>

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **II.1. Tipo y diseño de la investigación**

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo, descriptivo, transversal.

Se utilizó un diseño no experimental.

#### **II.2. Diseño muestral**

##### **Población de estudio**

La población de estudio estuvo compuesta por las osamentas (piezas óseas) del Señor de Sipán, El Viejo señor, El Sacerdote y tres Guerreros de la élite moche, constituyendo el análisis de cinco tumbas: el señor de Sipán junto con un guerrero situado en la misma tumba real, la del viejo señor y sacerdote en tumbas individuales, uno de los guerreros perteneciente a la tumba No. 5 y el otro guerrero a la tumba No. 9, todos ellos del complejo Sipán.

Las piezas óseas constituyeron hueso calcáneo y antebrazo, para el señor de Sipán se realizó las medidas de DMO en hueso calcáneo izquierdo y radio-cúbito izquierdo, para el viejo señor calcáneo izquierdo y radio-cúbito izquierdo, para el sacerdote el radio-cúbito izquierdo, para el guerrero de la tumba del señor de Sipán el calcáneo derecho y radio-cúbito izquierdo, para el guerrero de la tumba No. 5 el calcáneo izquierdo y radio-cúbito izquierdo, para el guerrero de la tumba No. 9 el radio-cúbito izquierdo. Debo mencionar que en los casos donde se midió solo una pieza ósea se debe a la razón que la otra pieza, o piezas, se encontraban en mal estado para su análisis. Para el caso de la tumba del señor de Sipán debemos de tener en cuenta que fue la tumba real más superficial que se excavó, por lo tanto, es una tumba que sufrió las inclemencias del clima y del terreno de la costa norte, pero a pesar de ello se pudo obtener un material adecuado para el presente estudio.

Para la medida de la Densidad Mineral Ósea (DMO) se utilizó un Densitómetro periférico PIXI marca GE Lunar de tecnología DXA. La medición de la DMO, expresada en g/cm<sup>2</sup>, se efectuó en piezas de antebrazo o calcáneo, se consideró una calibración in vivo de VC < 1.8 % e in vitro de VC < 1.5%.

El densitómetro periférico Lunar PIXI cuenta con una técnica de absorciometría de doble energía, con detector de área estacionaria y fuente de rayo en cono, lo que permite eliminar el barrido mecanizado. Se tomaron en cuenta para el análisis la DMO, % de adulto joven y el valor del T-score. Los datos concernientes a la edad, talla y peso fueron tomados de los registros arqueológicos realizados al catalogar cada personaje.

### **II.3 Características del lugar donde se ejecutó la investigación**

El museo Tumbas Reales de Sipán fue inaugurado el 8 de noviembre del año 2002; el diseño arquitectónico debía inspirarse en el espíritu de los grandes santuarios mochicas, así se le concibió la forma de una pirámide trunca, la estructura se organizó en prismas formando una combinación de pirámide trunca y ángulos agudos que recuerdan el concepto de las montañas. El ingreso es por el tercer nivel para presentar ordenadamente la exposición de contextos y materiales arqueológicos desde los más recientes a los más antiguos y de los temas generales a los particulares.

El planteamiento museográfico implica exponer la investigación arqueológica como una llave para abrir el pasado. Cada uno de los ajuares funerarios se acompaña de una documentación gráfica que demuestra cómo fueron encontrados, cómo fueron utilizados en su tiempo, cómo fueron confeccionados y cuál fue su significado para la sociedad de su tiempo.

En el tercer piso, inicio del recorrido, se conceptualiza los descubrimientos arqueológicos, la cultura mochica en sí, su territorio, evolución, organización social, agricultura, el santuario de Sipán, el mundo espiritual, el concepto de la vida y de la muerte.

En el segundo piso se muestra el proceso de la investigación, el contexto develado de la tumba real, las joyas reales, emblemas y ornamentos, así también la tumba del sacerdote.

En el primer piso se alberga los restos óseos del señor de Sipán, también, otras tumbas como la del viejo señor de Sipán y termina con una presentación de 35 maniqués electrónicos que muestran con luces y sonidos la casa real del señor de Sipán.

En la parte posterior del museo se levanta una réplica de ciudadela artesanal moche, donde se muestra como se realizaban las diferentes actividades cotidianas en su tiempo.

#### **II.4 Instrumentos y procedimientos de recolección de datos**

Se elaboró una ficha de recolección para los datos (Anexo 01) diseñada para recoger los datos de interés del estudio en forma completa y ordenada, tomándose como fuente la información proporcionada por los arqueólogos del museo.

#### **II.5 Procesamiento y análisis de datos**

Para el inicio del estudio se solicitó el permiso respectivo al director del museo tumbas reales de Sipán se registró la información obtenida de los arqueólogos y se recolectó los datos de medida en la ficha respectiva.

#### **II.6 aspectos éticos**

El estudio por su tipo y diseño no involucra aspectos bioéticos.

### CAPÍTULO III

### RESULTADOS

Se analizó un total de 10 piezas óseas procedentes de cinco tumbas, siendo seis los personajes evaluados. Los valores de la DMO obtenidos para cada región ósea estudiada se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1. Densidad mineral ósea en el señor de Sipán

Personaje	Región Ósea	DMO	% adulto joven	T-score
Señor de Sipán	Calcáneo izquierdo	0,642 gr/cm <sup>2</sup>	103,4	+0,2
	Radio-cúbito izquierdo	0,407 gr/cm <sup>2</sup>	71,3	-2,8

La DMO en el radio-cúbito de la osamenta del Señor de Sipán presenta valores bajos compatibles con pérdida de masa ósea, mientras que en el calcáneo los valores obtenidos se encuentran dentro de los valores normales.

Tabla 2. Densidad mineral ósea en el viejo señor de Sipán

Personaje	Región Ósea	DMO	% adulto joven	T-score
Viejo Señor	Calcáneo izquierdo	0,821 gr/cm <sup>2</sup>	132,2	+2,2
	Radio-cúbito izquierdo	0,471 gr/cm <sup>2</sup>	80,5	-1,9

Los resultados obtenidos muestran una DMO dentro de los valores normales para la pieza ósea del calcáneo, mientras que para el radio-cubito el valor de DMO es bajo, sin llegar a valores compatibles con osteoporosis.

Tabla 3. Densidad mineral ósea en el sacerdote

Personaje	Región Ósea	DMO	% adulto joven	T-score
<b>Sacerdote</b>	Radio-cúbito izquierdo	0,440 gr/cm <sup>2</sup>	75,1	-2,4

Para el caso del personaje denominado El Sacerdote, sólo se pudo evaluar la pieza ósea del radio-cúbito izquierdo, el cual mostró un valor de DMO compatible con baja masa ósea.

Tabla 4. Densidad mineral ósea del guerrero de la tumba del Señor de Sipán

Personaje	Región Ósea	DMO	% adulto joven	T-score
<b>Guerrero tumba señor de Sipán</b>	Calcáneo derecho	0,479 gr/cm <sup>2</sup>	77,1	-1,6
	Radio-cúbito izquierdo	0,439 gr/cm <sup>2</sup>	75,1	-2,4

Este personaje constituye parte integrante de los personajes de la tumba del Señor de Sipán, tanto el valor obtenido en el calcáneo y en el radio-cúbito revelan valores compatibles con baja masa ósea.

Tabla 5. Densidad mineral ósea del guerrero de la tumba No.5

Personaje	Región Ósea	DMO	% adulto joven	T-score
<b>Guerrero Tumba No.5</b>	Calcáneo izquierdo	0,580 gr/cm <sup>2</sup>	93,3	-0,5
	Radio-cúbito izquierdo	0,646 gr/cm <sup>2</sup>	110,4	+1,0

Con respecto a este personaje, el análisis del calcáneo y del radio-cúbito, mostraron valores de DMO dentro del rango de normalidad para este examen.

Tabla 6. Densidad mineral ósea del guerrero de la tumba No.9

Personaje	Región Ósea	DMO	% adulto joven	T-score
<b>Guerrero Tumba No.9</b>	Radio-cúbito izquierdo	0,449 gr/cm <sup>2</sup>	76,7	-2,3

En este caso, solo se pudo obtener los datos en el radio-cúbito izquierdo, el cual mostró valores compatibles con baja masa ósea.



## CAPÍTULO IV

### DISCUSIÓN

La osteoporosis es una patología descrita en las últimas décadas, es más frecuente en las mujeres que en los hombres y se asocia con mayor frecuencia durante la menopausia, en muchos países se asocia por una pobre alimentación deficiente en calcio y vitamina D.

Sobre la presencia de la osteoporosis en la antigüedad se conoce recientemente en las investigaciones realizadas en las últimas décadas, por lo general en estudios hechos en poblaciones de la época medieval en Europa, algunos pocos en la prehistoria, pero muy pocos en nuestro continente <sup>2-10, 28-36</sup>.

En el Perú, los estudios sobre paleopatología ósea se han dirigido especialmente a restos óseos de poblaciones andinas <sup>1,23-27</sup>; en la zona de la costa norte, y especialmente en restos esqueléticos de personajes de la cultura moche <sup>20,21</sup>, los estudios de este tipo solo han abarcado análisis morfológicos para el descubrimiento de patologías como osteoartritis y artritis reumatoide. Hasta el momento no se habría realizado estudios para averiguar la existencia de esta enfermedad en nuestros pobladores moches <sup>23-27</sup>.

El uso de la técnica DXA periférica nos facilitó el examen de piezas óseas asequibles como son el calcáneo y el radio-cubito, la información mostrada en la tabla de resultados evidencia la presencia de una baja DMO que se correlaciona con osteoporosis y osteopenia en algunos casos.

Los resultados relevantes asociados con DMO baja y osteoporosis la evidenciamos en el señor de Sipán, la pieza radio-cubito izquierdo arrojó un valor de 0,417 g/cm<sup>2</sup> y 0,642 g/cm<sup>2</sup> en el calcáneo. Si bien es cierto el calcáneo tiene un mayor valor que no se correlacionaría con osteoporosis, la otra pieza que si lo tendría es suficiente para asociarlo con la enfermedad, porque hablamos que esta patología es global y no regional o en determinados segmentos óseos, basta un segmento óseo afectado para denominarlo con baja masa ósea o situaciones relacionadas a la osteoporosis u osteopenia.

Para el caso de los hallazgos en el viejo señor de Sipán, el calcáneo obtuvo un valor de  $0,821 \text{ g/cm}^2$  mientras que el radio-cubito  $0,471 \text{ g/cm}^2$ ; en este caso, por el valor del radio-cúbito podríamos correlacionarlo con una DMO compatible con una osteopenia.

Los hallazgos en el Sacerdote, evidencian un valor de  $0,440 \text{ g/cm}^2$  en el radio cúbito el cual podemos inferir que estaríamos frente a una osteopenia. En este caso no se pudo analizar el calcáneo por encontrarse en pésimas condiciones para el presente estudio.

En el caso de las piezas óseas del guerrero de la tumba del señor de Sipán, el calcáneo obtuvo un valor de  $0,479 \text{ g/cm}^2$  y  $0,439 \text{ g/cm}^2$  en el radio cúbito, ambos relacionados solo con estadio de osteopenia.

El guerrero de la tumba No. 5, evidencio para el calcáneo un valor de  $0,580 \text{ g/cm}^2$  y  $0,646 \text{ g/cm}^2$  para el radio-cubito, ambos relacionados a posibles valores dentro de la normalidad.

En el caso del guerrero de la tumba No. 9, solo se pudo analizar el radio-cúbito con un valor de  $0,449 \text{ g/cm}^2$  relacionado a osteopenia.

Nuestros hallazgos, comparados con otros estudios realizados en otras poblaciones antiguas del mundo <sup>2-10</sup>, nos muestra que la osteoporosis como enfermedad estuvo presente en nuestro antiguo poblador moche. La presencia, o no, tanto de la osteoporosis u osteopenia mucho más que la edad, estaría relacionada al estilo de vida y la dieta de los pobladores moche, si bien es cierto, la edad es muy factor de riesgo de osteoporosis en la actualidad, esto no parece suceder en los moches de la antigüedad, según los datos arqueológicos los personajes de mayor rango como el señor de Sipán y el sacerdote tenían a su muerte una edad entre los 40 y 45 años, mientras que los guerreros eran un poco más jóvenes, por lo tanto lo que primaría serían los factores nutricionales y de estilo de vida. Nos atrevemos a decir que para el caso del señor de Sipán, este era uno de los soberanos más recientes y se situaba en la cúspide del desarrollo moche, gozaba de lujos, y a pesar de la buena alimentación, al parecer su vida cotidiana era muy sedentaria, esto según las iconografías que lo muestran la mayor parte de sus actividades llevado en andas y no realizando actividades físicas que serían indispensables para la salud en general y en

especial para la osteoporosis; lo que contrastaría con los valores obtenidos en las piezas analizadas del viejo señor de Sipán, un gobernante de los primeros tiempos de los moches donde aún el lujo era menor y por lo tanto debió realizar trabajos más cotidianos y con mayor esfuerzo físico.

Para el caso de la jerarquía de los guerreros, estos realizaban cotidianamente actividades físicas, y muy aparte del factor de la edad, su alimentación hasta cierto punto les ofrecería mejor protección.

Estos hallazgos encontrados pueden establecer que la patología denominada como osteoporosis, existiría desde los tiempos más antiguos y estuvo presente en nuestros antepasados como lo son los moches, lo que también estaría comprobado en investigaciones previas sobre poblaciones antiguas del mundo

28-36



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **V.1. CONCLUSIONES**

1. En las osamentas examinadas podemos evidenciar la presencia de DMO cuyos valores muestran masa ósea baja compatible con Osteoporosis.
2. El hallazgo de menor DMO se encontró en el señor de Sipán.

#### **V.2. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar mayores investigaciones densitométricas en otros personajes del contexto arqueológico de Sipán.
2. Se necesita un mayor apoyo y presupuesto para contar con mayores equipos de análisis y terminar de evaluar todas las tumbas existentes que definirían una línea de tiempo durante todo el desarrollo de los mochos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Curate F. Osteoporosis and paleopathology: a review. *Journal of Anthropological Sciences* 2014. 92:119-146.
2. Frig P, Lang C. Osteoporosis in a woman of the early Bronze Age *N Engl J Med*. 1995 nov 30.
3. Foldes AJ, Moscovici A, Popovtzer MH, Mogle P, Urman D, Zias J. Extreme osteoporosis in a sixth century skeleton from the Neger desert. *Osteoarchaeology* 1995; 5:157-162.
4. Dagueker J, Ortner DJ, Stix AI, Cheng XG, Brys P, Boonen S. Hip fracture and osteoporosis in a XII th dynasty female skeleton from Lisht, Upper Egypt. *J Bone Miner Res* 1997; 12:881-888.
5. Mays S, Less B, Stevenson JC. Age-dependent bone loss in the femur in a medieval population. *Int J Osteoarchaeol* 1998; 8:97-106.
6. Poulsen LW, Qvesel D, Brixen K, Vesterby A, Boldsen JL. *Bone* 2001; 28:454-458.
7. Brickley M. An investigation of historical and archaeological evidence for age-related bone loss and osteoporosis. *Int J Osteoarchaeol* 2002; 12: 364-371.
8. Holck P. Bone mineral densities in the prehistoric, viking-age and medieval populations of Norway. *Int J Osteoarchaeol* 2007; 17: 199-206.
9. Zak ME, Hussein FH, El-Sahfy El Banna RA. Osteoporosis among ancient egyptians. *Int J Osteoarchaeol* 2009; 19:78-89.
10. Beauchesne P, Agarwal SC. Age-related cortical bone maintenance and loss in an imperial Roman population. *Int J Osteoarchaeol* 2014; 24: 15-30.
11. Alva W. Sipán: descubrimiento e investigación. 5ª Ed. Lima 2015.
12. Makovsky K. Compilador. Señores de los reinos de la luna. 1ª. ed Lima; Banco de Crédito; 2008.
13. Kavlicke P. Las ruinas de Moche: Max Uhle. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima; 2014.
14. Larco R. Los Mochicas. Tomo I y II. Museo arqueológico Rafael Larco Herrera y Fundación telefónica. Lima; 2001.

15. Golte J. Moche: cosmología y sociedad, una interpretación iconográfica. Instituto de estudios peruanos. 2ª Ed, Lima; 2015.
16. Giersz M, Makovsky K, Przadka P. El mundo sobrenatural mochica, imágenes escultóricas de las deidades antropomorfas en el museo de arqueología Rafael Larco Herrera. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima; 2005.
17. Pardo C, Rocabado J. Moche y sus vecinos, reconstruyendo identidades. Museo de arte de Lima. Lima; 2016.
18. Hastorf CA. Andean luxury foods: special food for the ancestor's deities and the elite. *Antiquity*: 2003 sep; 277-297.
19. Antúnez de Mayolo R. La nutrición en el antiguo Perú. Sociedad geográfica de Lima. 6ª ed. Lima; 2011.
20. Uceda S, Mujica E. Actas del segundo coloquio sobre la cultura Moche, tomo II. Universidad Nacional de Trujillo y Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2003.
21. Uceda S. Mujica E. Moche, propuestas y perspectivas, actas del primer coloquio sobre la cultura Moche. Universidad Nacional de Trujillo, Instituto Francés de Estudios Andinos. 1ª ed. Lima; 1994.
22. Vidal L, Pareja A. Osteoporosis. Centro diagnóstico de la Osteoporosis y Enfermedades Reumáticas. Lima; 2005.
23. Verano JW, Lombardi GP. Paleopatología en Sudamérica andina. *Bull Inst fr études andines*. 1999; 28: 91-121.
24. Angel JL. History and development os Paleopathology. *Am J Phys Anthropol*. 1981; 56: 509-515.
25. Cockburn A, Cockburn E. Mummies, Disease and Ancient Cultures. Cambridge University Press. New York; 1980.
26. Checa A. Evidences of rheumatic disorders and orthopedic practices in Moche art. *Rheumatol Int*. 2010; 30: 419-421.
27. Verano JW, Anderson LS, Régulo F. Foot amputation by the Moche of ancient Peru: osteological evidence and archaeology context. *Int J Osteoarchaeol*. 2000; 10: 177-188.
28. Agarwal SC. The effects of pregnancy and lactation on the maternal skeleton: a historical perspective. *Am J Phys Anthropol*. 2001; 114:30.

29. Agarwal SC, Dumitriu M, Tomlinson G, Grynepas M. Medieval trabecular bone architecture: the influence of age, sex, and life style. *Am J Phys Antropol.* 2004; 124: 33-34.
30. Agarwal SC, Grynepas M. Bone quantity and quality in past populations. *Anat Rec.* 1996; 246: 423-432.
31. Dequeker J. Vertebral osteoporosis as Paint ed by Vittore Carpaccio (1465): reflections on paleopathology of osteoporosis in pictorial art. *Cacif tissue Int.* 1994; 55: 321-323.
32. Ekenman I, Eriksson S, Lindgren J. Bone density in medieval skeletons. *Calcif Tissue Int.* 1995, 56: 355-358.
33. Domett K, Tayles N. Adult fracture patterns in prehistoric Thailand: A biocultural interpretation. *Int J Osteoarchaeol.* 2006; 16: 185-199.
34. Mulhern D, van Gerven D. Patterns of femoral bone remodelling dynamics in a Medieval Nubian population. *Am J Phys Antropol.* 1997; 104: 133-146.
35. Stride PJO, Patel N, Kingston D. The history of osteoporosis: ¿why do Egyptian mummies have porotic bones? *J R Coll Physicians Edinb.* 2013; 43: 254-261.
36. McEvans JM, Mays S, Blake GM. Measurements of bone mineral density in the radius in a medieval polulations. *Calcif tissue Int.* 2004, 75; 157-161.

**ANEXOS**





**ANEXO 1**  
**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

<b>Personaje</b>	<b>Región Ósea</b>	<b>Der. / Izq.</b>	<b>DMO</b>	<b>% adulto joven</b>	<b>T-score</b>
<b>Señor de Sipán</b>	Calcáneo				
	Radio-cúbito				
<b>Viejo Señor</b>	Calcáneo				
	Radio-cúbito				
<b>Sacerdote</b>	calcáneo				
	Radio-cúbito				
<b>Guerrero tumba señor de Sipán</b>	Calcáneo				
	Radio-cúbito				
<b>Guerrero Tumba No.5</b>	Calcáneo				
	Radio-cúbito				
<b>Guerrero Tumba No.9</b>	Calcáneo				
	Radio-cúbito				