



Revista Argentina de Radiología

ISSN: 0048-7619

rar@sar.org.ar

Sociedad Argentina de Radiología
Argentina

Previgliano, Carlos H.; Ceruti, Constanza; Arias Aráoz, Facundo; González Diez,
Josefina; Reinhard, Johan
RADIOLOGÍA EN ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS DE MOMIAS INCAS
Revista Argentina de Radiología, vol. 69, núm. 3, julio-septiembre, 2005, pp. 199-210
Sociedad Argentina de Radiología
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382538437011>

- [Cómo citar el artículo](#)
- [Número completo](#)
- [Más información del artículo](#)
- [Página de la revista en redalyc.org](#)

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

RADIOLOGÍA EN ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS DE MOMIAS INCAS

Dres. Carlos H. Previgliano¹, Constanza Ceruti^{1,2}, Facundo Arias Aráoz¹, Josefina González Díez¹, Johan Reinhard¹

RESUMEN

Propósito. El propósito de este trabajo fue determinar los hallazgos radiológicos en tres momias incas de 500 años de antigüedad y cómo la radiología moderna puede ser de utilidad en otras ciencias como la arqueología.

Material y método. Se estudiaron tres momias incas momificadas naturalmente mediante estudios de radiología convencional, radiología dental, tomografía computada y punción biopsia. Las sesiones de trabajo fueron limitadas a 20 minutos para prevenir su descongelamiento y las técnicas radiológicas fueron adaptadas a la particular posición de los cuerpos.

Resultados. Las imágenes de tomografía computada mostraron los órganos internos con disminución de tamaño debido a deshidratación. Por la transformación de la grasa de los cuerpos en adipocira, ésta pudo verse blanca favoreciendo la diferenciación sustancia blanca/sustancia gris en el sistema nervioso central. Los pulmones estaban expandidos en los tres cuerpos y en la niña más grande pudieron determinarse patologías en pulmón y seno maxilar. Se estableció la edad cronológica de los tres niños en el momento de su muerte. Mediante estudios de ADN se precisaron que no existen lazos consanguíneos entre ellos. El bazo no fue visto en ningún caso.

Conclusión: la radiología moderna es una excelente herramienta de investigación en la arqueología. El estudio de los tres cuerpos permitió evaluar estado nutricional, edad y patologías de los mismos.

Palabras clave: momia, paleopatología, paleoADN, radiología convencional, TC.

SUMMARY

Purpose: The purpose of this paper was to determine the imaging findings in three 500-year-old Inca mummies and how modern radiology can be used in other sciences such as archaeology.

Material and Method: Three naturally mummified children were studied using conventional radiography, dental radiography, CT and puncture biopsies. Working sessions were limited to 20 minutes to prevent thawing of the corpses and radiological techniques were adjusted to their particular anatomic position.

Results: CT images showed shrinkaged internal organs due to dehydration. The fatty tissue of the bodies was visibly white because of the transformation of it into adipocere, favoring white matter/gray matter differentiation at the central nervous system. The lungs were expanded in the three corpses and right lung and maxillary sinus pathologies were determined in the older girl. Chronological ages of the three children at the time of their deaths were established. DNA studies determined no family links among them. The spleen was not seen in any case.

Conclusion: Modern radiology is an excellent tool in archaeological research. Nutritional state, ages and pathologies of the three mummies were evaluated.

Kwy words: mummy, paleopathology, paleoDNA, conventional radiography, CT.

INTRODUCCIÓN

En marzo de 1999 se produjo el más asombroso descubrimiento arqueológico de los últimos años, cual fue el hallazgo de los cuerpos congelados de tres niños incas, por un equipo de arqueólogos liderados por dos de los autores (J.R. y C.C.). Dicho hallazgo tuvo lugar en la cumbre del Volcán Lullailaco, considerado en la actualidad el yacimiento arqueológico más alto del mundo, a una altura de 6.739 msnm y con

temperaturas que oscilan entre los -10°C y los -30°C¹. Este volcán extinto se encuentra situado en el oeste de la provincia de Salta en la cordillera de Los Andes.

En la actualidad estos cuerpos congelados de más de 500 años de antigüedad son mejor conocidos como Los Niños del Lullailaco. Se trata de dos niñas, la mayor conocida como La Doncella y la menor como La Niña del Rayo, a raíz de la caída de un rayo en algún momento de su enterratorio y un varón, el cual es apodado El Niño.

¹Instituto de Investigaciones de Alta Montaña, Universidad Católica de Salta, Pellegrini 790 (A4400FYP) Salta, Argentina

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Correspondencia (corresponding author): Dr. C.H. Previgliano, 20 de Febrero 691 A4400EMM Salta Argentina

Recibido: julio de 2005; aceptado: 4 de agosto de 2005.

Received: July 2005; accepted: 4 August 2005.

© SAR-FAARDYT 2005

Estos niños pertenecían al Imperio Inca y fueron ofrendados a los dioses como parte de sus prácticas religiosas. Estos eventos tenían lugar cuando sucedían hechos catastróficos como sequías o epidemias entre otros y pretendían aplacar la ira de los dioses. Del mismo modo servía para proveer bienestar al Emperador o inclusive celebrar su ascensión.

Paleopatología y Paleorradiología

Toda vez que sucede un hallazgo arqueológico, ya sea un cuerpo humano momificado o un fósil, se ponen en marcha en forma inmediata, una serie de estudios multidisciplinarios tendientes a un mejor conocimiento del hallazgo. Esto es lo que se denomina paleopatología y como ciencia está interesada en arribar a un amplio entendimiento de la vida, costumbres y enfermedades de las civilizaciones antiguas correlacionándolas en el contexto cultural e histórico². El término paleopatología deriva de dos vocablos griegos: *paleo* que significa antiguo y *pathos* que quiere decir patología. Trata de entender tanto el comienzo como el desarrollo de las enfermedades³.

Abarca una serie de disciplinas entre las cuales podemos mencionar algunas tales como la antropología, genética, biología. Una de esas disciplinas, que tiene una gran importancia, es la radiología. De manera que todas las modalidades diagnósticas empleadas en el estudio y evaluación de restos antiguos preservados, sean éstos humanos o animales e incluso objetos culturales de los sitios arqueológicos, es denominado actualmente "Paleorradiología". Esta ciencia ha ganado muchos adeptos en los últimos años y tiene una riquísima historia, algunos de cuyos eventos merecen ser destacados. Estos comenzaron pocos meses después del descubrimiento de los rayos X por WC Roentgen en noviembre de 1895. Al año siguiente y empezando en el mes de marzo Carl Koenig, Thurstan Holland y Alexander Dedekind emplearon la radiología para estudiar momias humanas y animales egipcias. El primero de ellos estudió la momia de un niño y la de un gato, mientras que los otros dos estudiaron aves momificadas. En el año 1897 el Dr. Stewart Culin, director del Museo de Ciencia y Arte de la Universidad de Pensilvania, en Filadelfia, fue el primero en realizar estudios paleorradiológicos en una momia peruana. Flinders Petrie usó radiografías para examinar los huesos de las piernas de una momia en Deshasheh, Egipto. En 1905 en la ciudad de Hamburgo, el Dr. Albers-Schoenberg, conocido por haber descrito la enfermedad marmórea, estuvo involucrado en estudios radiográficos de dos momias egipcias^{4,5}.

G. Elliot Smith y Howard Carter en 1924 hicie-

ron radiografías a la momia del faraón Tuthmosis IV. Como hecho anecdótico curioso podemos decir que esta momia fue trasladada en taxi hasta el hospital del Cairo donde estaba el único equipo de radiología que existía en ese momento en Egipto. Fue en el año 1931 cuando Roy Moodie estableció la radiografía como procedimiento de investigación y usó este método en todas las momias egipcias y sudamericanas de la colección del Chicago Field Museum. De esta manera demostró el gran valor de esta técnica cuando es aplicada en forma sistemática³.

Peter Lewin, médico pediatra, y Derek Harwood-Nash, médico radiólogo, fueron los primeros en usar la tomografía computada para estudiar el cerebro de la momia perteneciente a un niño egipcio de 14 años llamado Nakht⁶.

En Argentina en 1980 el Dr. Eduardo González Toledo fue el pionero en la utilización de la tomografía computada al estudiar tres momias egipcias en la ciudad de La Plata⁷.

De todas las modalidades disponibles en la radiología moderna, las más empleadas son la radiología convencional y la tomografía computada (TC) y en menor grado las imágenes por resonancia magnética (RM). Cada una de ellas tiene su utilidad y objetivo.

La radiología convencional es un procedimiento universalmente conocido, de fácil accesibilidad y con una alta resolución espacial. En contrapartida posee baja resolución de contraste y existe el fenómeno de superposición de estructuras⁸. Generalmente es el primer estudio a tener en cuenta. El objetivo de este método es la evaluación de los huesos que es la estructura más resistente. Con ella no sólo podremos conocer el estado de mineralización ósea, sino que también es posible detectar malformaciones congénitas, infecciones, cambios degenerativos, fracturas y hasta la presencia de tumores.

Como en otras áreas de la medicina, la TC ha revolucionado el estudio de momias, al punto de poder describir a este método como la "autopsia virtual" evitando procedimientos cruentos y destructivos como la autopsia real. Asimismo podríamos reemplazar a la endoscopia que a pesar de utilizar fibras ópticas flexibles y pediátricas se debe hacer un orificio de entrada en el cuerpo. Una excepción sería el uso de la endoscopia a través de orificios naturales evitando así el daño intencional. El propósito de esta técnica es la visualización directa de las estructuras internas como así también la toma de material para biopsia^{9,10}. El gran avance que ha mostrado la TC con equipos helicoidales, especialmente los multislice, capaces de hacer cortes finos y reconstrucciones tridimensionales (3D), hacen de este método una

herramienta indispensable¹¹. Si la comparamos con la radiología convencional su resolución espacial no es tan buena pero tiene mucho mejor resolución de contraste⁸. La TC, al evitar el fenómeno de superposición, evalúa con claridad los distintos órganos internos conociendo su estado de conservación y eventualmente diagnosticar condiciones patológicas. Además es posible determinar el estado nutricional merced al volumen muscular y al espesor del panículo adiposo, en algunos casos se puede inferir o establecer la causa de muerte. Por otra parte es de ayuda en la identificación de artefactos como los amuletos en las momias egipcias al igual que en el reconocimiento de las envolturas.

En todos los casos de cuerpos momificados con presencia de tejidos blandos con el consiguiente contenido acuoso, sería posible usar la RM. Por el momento es una técnica poco empleada⁹. En nuestro caso en particular, no hemos efectuado aún el estudio de RM debido fundamentalmente a dos razones. Si bien los cuerpos momificados presentan tejidos blandos en perfecto estado de conservación, éste está congelado, motivo por el cual pensamos que el protón (H^+) no podrá realizar su movimiento spin, lo cual es elemental para la generación de imágenes. Por otra parte estos niños están cubiertos con ropas de la época y adornados con bella ornamentación, algunas de ellas metálicas, que podrían deteriorarse significativamente si son introducidos a un campo magnético por el fenómeno ferromagnético. Todavía no se ha tomado una decisión definitiva puesto que habría que "desvestir" de la ornamentación metálica a estos cuerpos.

Una mención especial merece la radiología dental, que también ha logrado un gran desarrollo. En ella se emplean técnicas convencionales y ortopantomográficas. Los estudios de TC obtenidos sobre todo con equipos helicoidales y reconstrucciones 3D del cráneo, huesos de la cara y mandíbula, es otra alternativa a tener en cuenta. A las indicaciones de los estudios de radiología convencional se agrega la posibilidad de evaluar el estado de la dentición y determinación de la edad del sujeto. El estudio de dientes antiguos ha contribuido enormemente en el estudio del desarrollo filogenético y ontogenético humano¹².

MATERIAL Y MÉTODO

Esta investigación multidisciplinaria fue divulgada en una publicación previa¹³.

Desde el momento de su descubrimiento y hasta agosto de 2004 estos cuerpos congelados permanecieron en un laboratorio especialmente diseñado en

la Universidad Católica de Salta. A posteriori fueron trasladados a su habitat definitivo, el Museo de Arqueología de Alta Montaña (MAAM) en la ciudad de Salta. Al igual que antes, los cuerpos momificados están en freezers individuales con monitoreo permanente de temperatura y humedad. Cada uno de ellos tiene una doble cubierta, constituida la interna por material quirúrgico y la externa por tela de algodón. Por fuera de las mismas están envueltas con un plástico transparente sellado para evitar la pérdida de humedad y contaminación con el exterior. Las condiciones climatológicas fueron ajustadas de manera de imitar la temperatura y humedad de la cima del Lulllaillaco, esto es a una temperatura de $-13^{\circ}C$ y un porcentaje relativo de humedad que varía entre el 55 y el 65%. Toda esta técnica de conservación es transitoria ya que en este momento se está elaborando un nuevo plan de conservación para su definitivo acondicionamiento.

Cada uno de los cuerpos presenta una posición diferente. En el caso de La Doncella está semiacostada con las piernas entrecruzadas, los brazos apoyados en su abdomen y la cabeza inclinada hacia la derecha. El Niño presenta una posición fetal con una doble ligadura de cordel para fijar los miembros inferiores. Los miembros superiores permanecen al costado de su cuerpo y la cabeza está apoyada en su tórax oculta por sus brazos de modo tal que no es posible visualizar su rostro. Finalmente La Niña del Rayo está en posición sentada con los miembros inferiores entrecruzados, los miembros superiores apoyados en su regazo y la cabeza erguida. Sobre la frente presenta un adorno metálico que pudo haber sido el responsable de la atracción del rayo produciéndole quemaduras en sus ropas y lesión superficial en la parte izquierda de su cuerpo.

Estos niños están vestidos con finas ropas y adornados con elementos típicos, como es el caso de los prendedores metálicos o tupus en las mujeres y un brazalete metálico en la muñeca derecha del varón. Inmediatamente después de su descubrimiento y a raíz del perfecto estado de conservación externo, se decidió efectuar estudios de TC. Los mismos fueron realizados en Tomografía Computada Sociedad del Estado de la ciudad de Salta, empleándose un equipo no helicoidal (Tomoscan M/EG, Philips, Holanda). La adquisición de las imágenes debió adaptarse a la particular posición de los cuerpos. En el caso de La Doncella y El Niño se realizaron dos series de cortes; una para la cabeza con un field of view (FOV) pequeño y donde los cortes obtenidos fueron en el plano coronal y la otra serie para el resto del cuerpo con FOV mayor siendo los cortes coronales y axiales en el caso de La Doncella y axiales en El Niño. En

La Niña del Rayo debido a su posición, los cortes adquiridos fueron en una sola serie y axiales en su totalidad.

Se obtuvieron cortes de 5 mm de espesor con un intervalo de 5 mm. El kilovoltaje fue de 120 Kv con 40 mA y 2 seg de tiempo de corte.

Posteriormente se efectuaron punciones biopsias con aguja gruesa tipo trefina para el estudio de ácido desoxirribonucleico (ADN) antiguo (paleoADN). Siguiendo todas las normas de asepsia, se tomaron muestras de tejido muscular a nivel de los miembros superiores y región glútea de los cuerpos.

Finalmente se decidió realizar estudios de radiología convencional y dental. Para ello se usaron equipos rodantes debiéndoselos trasladar al laboratorio de la Universidad Católica de Salta, donde se montó un servicio improvisado de radiología.

Cabe destacar que para todos estos estudios, el tiempo límite de trabajo fue de 20 minutos por temor al descongelamiento, después de lo cual fueron llevados los cuerpos a sus respectivos freezers en forma inmediata.

Momia: definición y origen

Aunque parezca algo obvio, creemos necesario definir el término momia. Se denomina momia a todo cuerpo o parte del mismo con restos de tejidos blandos que perdura en el tiempo debido a que no se produjo una descomposición total.

Lo singular de este término es su origen lingüístico como veremos a continuación.

Los egipcios, como es sabido, momificaban a sus faraones y personas nobles. Para ello en primer lugar retiraban todos los órganos internos, excepto el corazón considerado el lugar sagrado del alma. Luego el cuerpo era completamente disecado gracias al uso de una mezcla de sales de sodio (carbonato, bicarbonato y cloruro) llamado natron^{2,10}. A posteriori el cuerpo era cubierto por una resina fundida junto con mirra y especias para rehidratarlo, que luego de secado se endurecía y quedaba de color ámbar. Esta resina con el tiempo y debido a cambios químicos con los tejidos se tornaba de color negro. Hace más de 2.000 años, los médicos de esa época recomendaban el uso de la brea o betún tanto en aplicaciones externas como internas en una serie de patologías. Esta sustancia natural hidrocarbonada era muy común en algunos lugares de la antigua Persia (hoy Irán), Mar Muerto, Babilonia (hoy Irak) entre otros sitios y era denominado *múmiyá*. Este vocablo persa deriva del árabe *mûm* debido a que tenía una consistencia similar a la cera. En la Edad Media su uso era tan generalizado como lo es hoy la aspirina. Esto

causó una considerable disminución de las fuentes naturales de este producto. En la búsqueda de nuevas fuentes de múmiyá (brea) descubren las momias egipcias que contenían externa como internamente un material de color negro, confundiéndolo a éste con el betún. En el siglo X el médico bizantino Rhazes es quien traduce el término múmiyá al latín *mumia*. Luego éste es traducido al inglés *mummy* y finalmente al español *momia*¹⁴.

Queda claro pues que esta curiosa confusión derivó en un inapropiado uso del término momia que nada tiene que ver con el betún o brea, a excepción del color negro.

Hasta hoy conocemos dos tipos de momificación que permiten la preservación de un cadáver. Una es la forma artificial y la otra la natural.

Entre las primeras tenemos las legendarias momias egipcias, aunque no son las únicas. A pesar de que este trabajo no pretende hacer una revisión histórica, creemos necesario mencionar algunos hechos importantes para ver cómo algunas "momias ilustres" fueron usadas con distintos fines.

Uno de los hechos históricos más sobresalientes del uso de la momificación artificial fue el de Vladimir Ilich Uliánov, más conocido como Lenín, quien después de su muerte en 1924 fue embalsamado, a pesar de la negativa de su mujer, por orden de Joseph Stalin. Debido a que el comunismo carecía de religión, Stalin interpretó que a falta de ésta Lenín se convertiría en un objeto de veneración al ser exhibido públicamente en la Plaza Roja de Moscú, manteniendo así unida la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas y vivo el espíritu revolucionario.

Otro caso emblemático es el de María Eva Duarte de Perón, popularmente conocida como Evita. A su fallecimiento ocurrido en 1952, su esposo Juan Domingo Perón y con la intención de mantener eternamente a Evita, solicitó al médico español Pedro Ara Sarriá su embalsamamiento, perpetuando así su mito.

Finalmente otro hecho es el del papa y beato Juan XXIII, quien solicitó ser embalsamado por el médico italiano Gennaro Goglia con la única intención de evitar el mal olor cuando su cuerpo se descompusiera¹⁵.

La otra forma de momificación es la natural, la cual se produce bajo especiales condiciones climáticas. Una es en casos de que el cuerpo esté expuesto en zonas secas y cálidas como en el caso del desierto, donde el mismo se deshidrata evitando la acción de las bacterias y el otro es por congelamiento como es el caso de los niños incas encontrados en la cima del Lulllaillaco donde hay temperaturas muy por debajo de cero grado.

RESULTADOS

Las tomografías computadas efectuadas a estos tres cuerpos revelaron el increíble estado de conservación al mostrar la presencia de tejidos blandos y órganos internos como en los casos de personas vivas.

Fueron observados todos los órganos internos en los tres cuerpos, a excepción del bazo.

En el abdomen los órganos mostraron su forma y ubicación normal salvo su tamaño, que estaba disminuido. Pudieron verse el hígado y los riñones intactos. Contrariamente a lo que nos dice la medicina forense acerca de que el páncreas es el primer órgano en desaparecer luego del deceso, éste se lo visualizaba con suma claridad en su posición habitual¹⁶. Del mismo modo la aorta y vena cava inferior estaban localizadas en el retroperitoneo. En las asas colónicas se evidenció la presencia de materia fecal en los tres cuerpos (Fig. 1). Tanto en La Doncella como en El Niño el estómago estaba parcialmente ocupado, pero no en La Niña del Rayo que estaba falto de contenido (Fig. 2). Se apreció un espeso panículo adiposo al igual que un adecuado volumen de masa muscular y una excelente mineralización ósea.

Respecto a los órganos sexuales primarios, el útero fue visto con nitidez en La Doncella no así en La Niña del Rayo probablemente debido a su pequeño volumen. En El Niño tanto el pene como los testículos estaban presentes (Figs. 3 y 4).

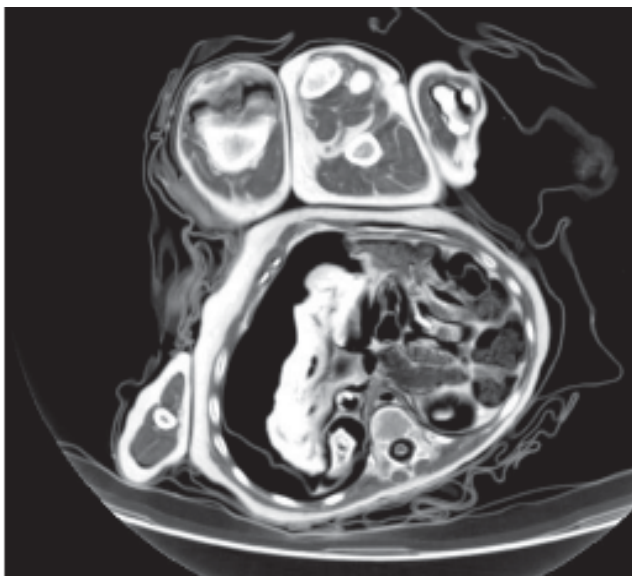


Fig. 1. TC axial del abdomen de El Niño. Se visualizan con claridad el páncreas y los riñones, al igual que la vena cava inferior y la arteria aorta y su relación con los pilares del diafragma. Existe materia fecal en colon. No se visualiza el bazo en hipocondrio izquierdo.

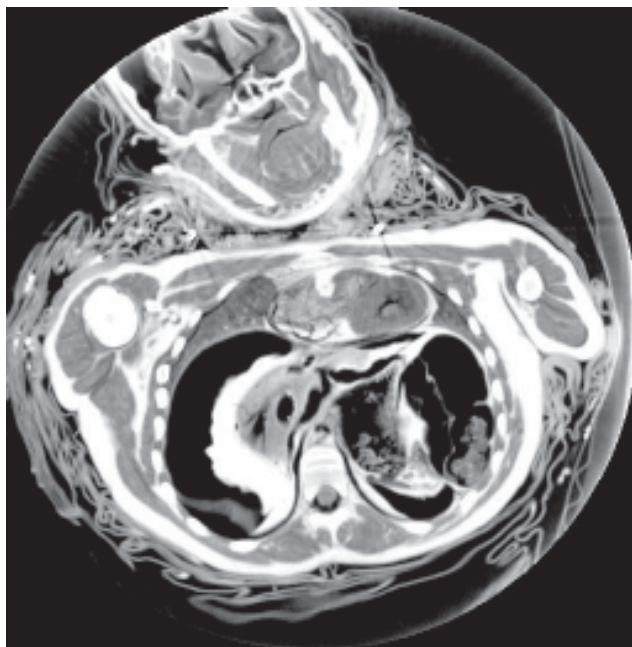


Fig. 2. TC axial del abdomen superior de La Doncella donde se ve el estómago con restos de alimentos. En la parte anterior de la imagen apreciamos la base del corazón. Obsérvese el cuerpo vertebral dorsal con la presencia de la médula espinal en el canal raquídeo.

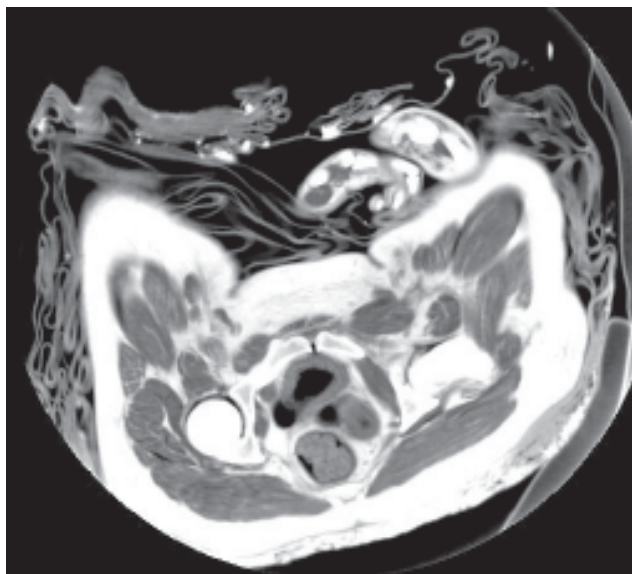


Fig. 3. TC axial de la pelvis de La Doncella en el que visualizamos de adelante hacia atrás la vejiga, el útero y el recto con materia fecal en su interior. Además se advierte un buen panículo adiposo y una adecuada masa muscular. Se ve la presencia de aire en la articulación coxofemoral derecha.

En la cavidad torácica llamó la atención que ambos pulmones estuvieran expandidos en los tres casos. Sin embargo éstos estaban disminuidos de ta-

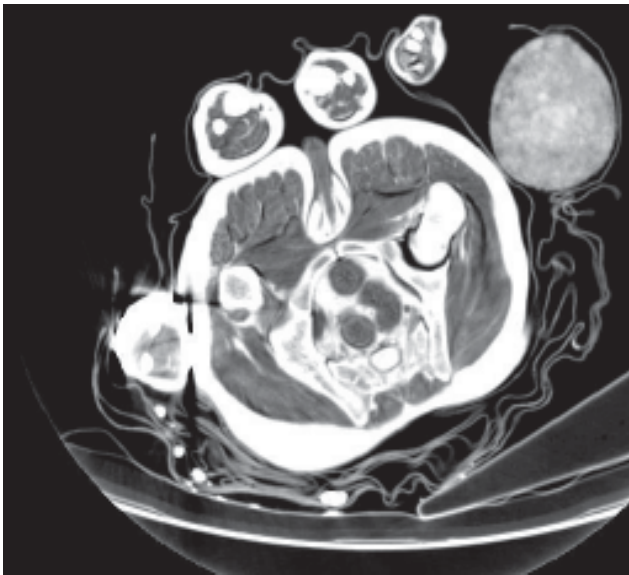


Fig. 4. TC axial de la pelvis de El Niño que muestra el pene. (Reproducida con autorización de Am J Roentgenol).

maño pero esta característica es menor si la comparamos con el resto de los órganos, seguramente debido a que el principal componente de los pulmones es el aire. Dentro de ellos se advirtieron los vasos pulmonares. En el pulmón derecho de La Doncella a nivel de su lóbulo superior se pudo observar la presencia de un área triangular hipodensa de base pleural, correspondiente a una zona de atrapamiento anormal de aire (Fig. 5).

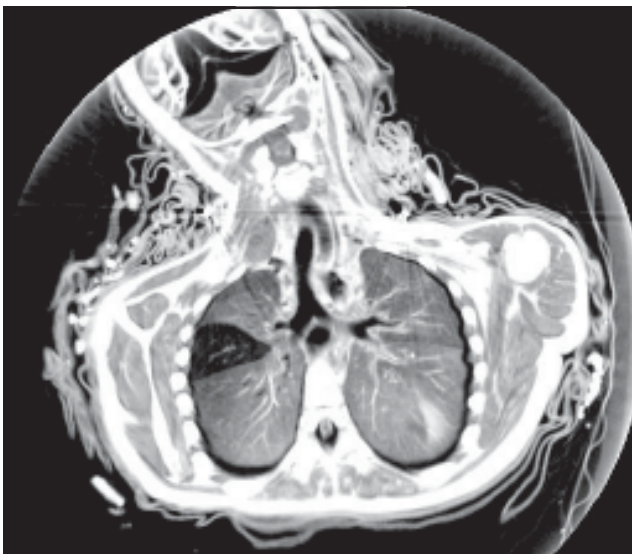


Fig. 5. TC coronal de tórax de La Doncella. Se aprecia con nitidez la tráquea y los bronquios principales. Ambos pulmones están expandidos. En el lóbulo superior derecho se visualiza una imagen triangular hipodensa correspondiente a atrapamiento aéreo. (Reproducida con autorización de Am J Roentgenol).

En el mediastino se observaron las principales estructuras, por ejemplo la tráquea y bronquios principales, las arterias pulmonares, la aorta y el corazón. El timo sólo pudo ser visualizado en El Niño pero no en los otros dos cuerpos (Fig. 6). Probablemente en La Doncella debido a que los cortes torácicos son coronales oblicuos, lo cual imposibilitó la visualización, especialmente del mediastino anterior y en el caso de La Niña del Rayo por su pequeño volumen no pudo ser diferenciado de estructuras vecinas. En este caso llamó la atención la existencia de un defecto en la pared torácica izquierda y abdominal al igual que la piel quemada de la cara, daños ocasionados por el rayo (Fig. 7).

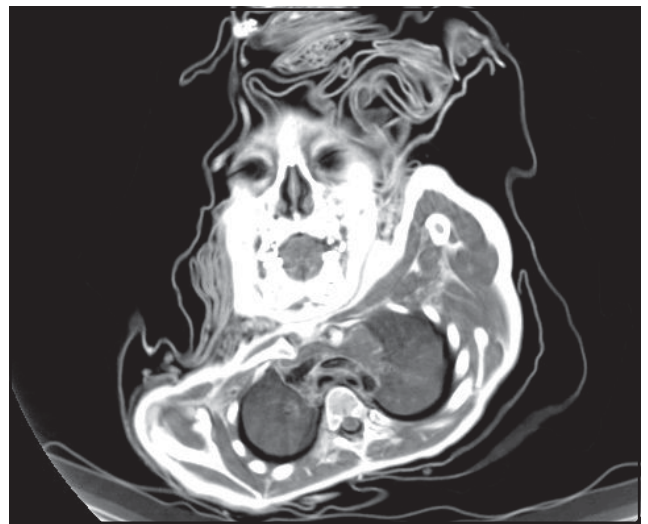


Fig. 6. TC coronal de la cara y tórax de El Niño. En el mediastino y por delante de la aorta se ve el timo. Nótese los arcos costales, la columna dorsal y los distintos músculos torácicos. (Reproducida con autorización de Am J Roentgenol).

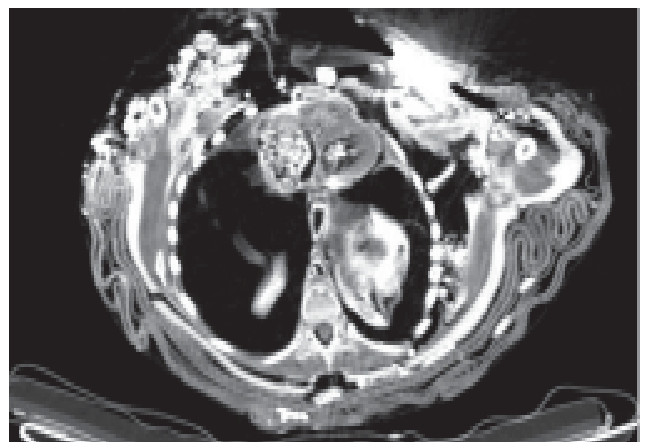


Fig. 7. TC axial de la parte inferior del tórax de La Niña del Rayo. Defecto en las paredes anterior y lateral izquierda producido por la caída de un rayo en algún momento de su enterratorio. Se observa con nitidez los ventrículos derecho e izquierdo del corazón.

Tanto los hemisferios cerebrales como los cerebelosos presentaron una disminución de su volumen como en el resto de los órganos macizos. Por tal motivo, existe aire entre la calota y éstos y un agrandamiento de los ventrículos laterales y tercer ventrículo (Fig. 8).

Es claramente perceptible la diferenciación entre las sustancias gris y blanca en el SNC a causa de que esta última es visualizada de color blanco en los cortes tomográficos. De la misma manera todos los tejidos grasos en los tres cuerpos fueron observados de color blanco contrario a lo que sucede normalmente donde éstos son negros debido a su baja densidad. La protuberancia, el bulbo raquídeo y la médula espinal también fueron vistos con total nitidez (Fig. 9).

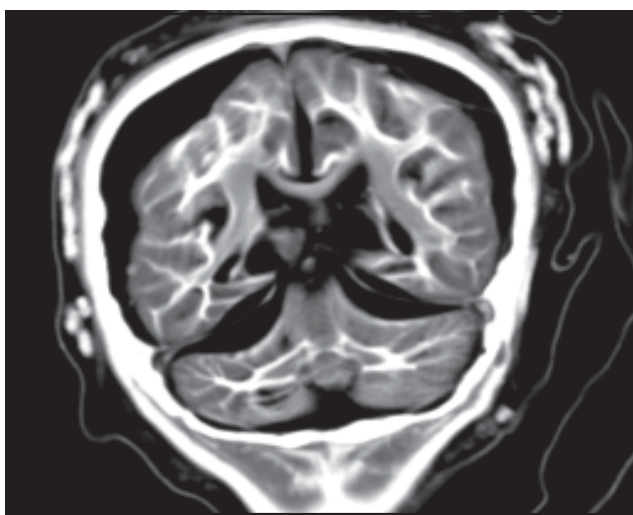


Fig. 8. TC coronal de la cabeza de El Niño. Buena diferenciación entre las sustancias blanca y gris tanto en los hemisferios cerebrales como en los cerebelosos. Se visualiza aire alrededor de estas estructuras y agrandamiento del sistema ventricular causado por disminución del volumen de aquéllos. Obsérvese la tienda del cerebelo separando los compartimientos supra e infratentorial.

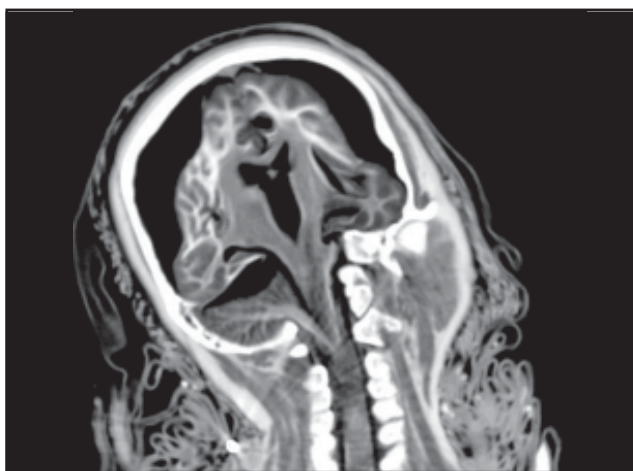


Fig. 9. TC coronal de la cabeza de La Doncella que muestra la médula espinal dentro del canal raquídeo de la columna cervical y los músculos del cuello.

La evaluación de las estructuras del macizo facial demostró con suma claridad los globos oculares, nervios ópticos y músculos extraoculares. Igualmente se visualizaron los cornetes y el tabique nasal en los tres niños. Este último, desviado hacia la izquierda en La Doncella y hacia la derecha en El Niño. Con respecto a los senos paranasales pudieron ser observados casi todos a excepción del seno frontal debido, en La Doncella a la posición de la cabeza y en el caso de La Niña del Rayo y El Niño a la falta de aireación de los mismos. En La Doncella se evidenció un engrosamiento mucoso en el seno maxilar derecho (Figs. 10 y 11). El resto de los senos paranasales de los niños no presentaron alteraciones significativas.

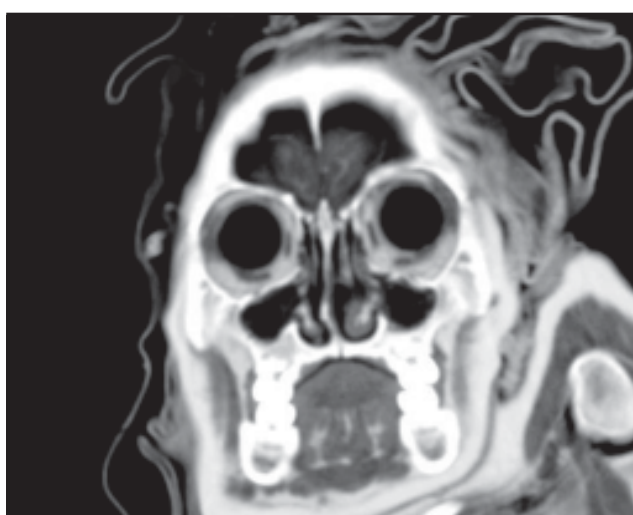


Fig. 10. TC coronal de la cara de El Niño. Se observa buena aireación de ambos senos maxilares, hipertrofia del cornete inferior izquierdo y el tabique nasal desviado a la derecha. En las órbitas se visualizan claramente ambos globos oculares y los músculos extraoculares.

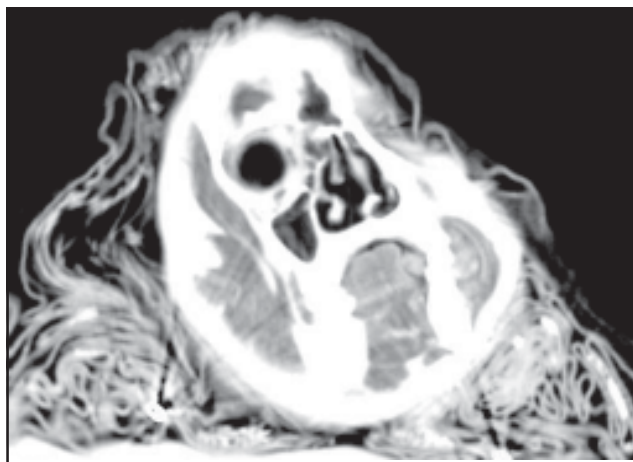


Fig. 11. TC coronal de la cara de La Doncella que muestra engrosamiento mucoso en el seno maxilar derecho. Además se pueden ver las estructuras de la órbita homolateral. (Reproducida con autorización de Am J Roentgenol).

Las radiografías convencionales permitieron descartar patologías óseas. Éstas revelaron una buena mineralización del hueso y en la columna no se evidenciaron alteraciones en la altura tanto de los cuerpos vertebrales como de los espacios intervertebrales (Fig. 12).

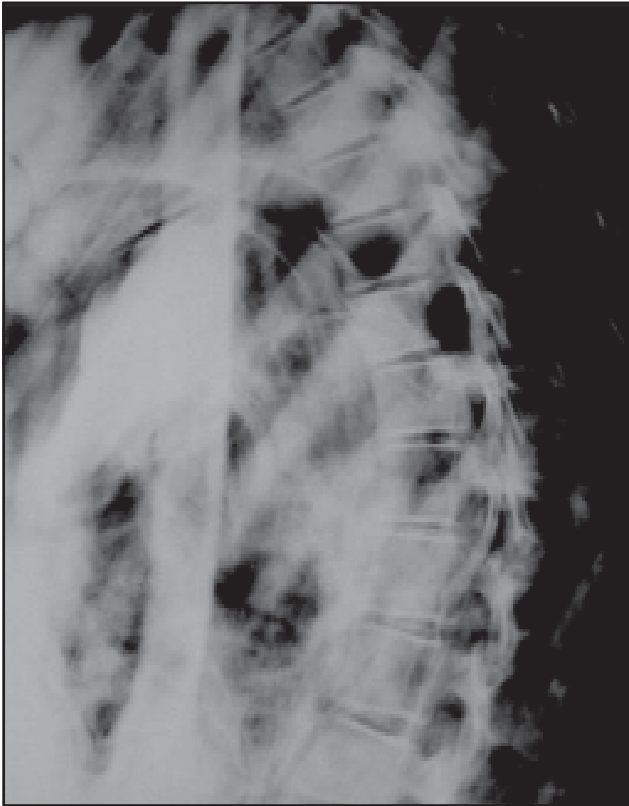


Fig. 12. Rx perfil de la columna dorsal de La Doncella en la cual se ven los cuerpos vertebrales y los espacios intervertebrales conservados.

Las radiografías efectuadas descartaron lesiones óseas tales como infecciones, tumores o fracturas por traumatismo. Tampoco se evidenciaron alteraciones congénitas o metabólicas.

Las radiografías craneales mostraron en el caso de los dos niños más jóvenes la existencia de deformación de la calota debido a un aplastamiento occipitoparietal en el varón y frontoparietal y occipitoparietal en la niña (Fig. 13).

En los huesos largos no se advirtieron líneas de Harris que pudieran explicar una detención en el crecimiento óseo a causa de cuadros patológicos o mala nutrición¹⁷.

También se emplearon las radiografías convencionales para la evaluación de los núcleos de osificación y la medición de los huesos largos, con la finalidad de determinar la edad de cada uno de estos cuer-

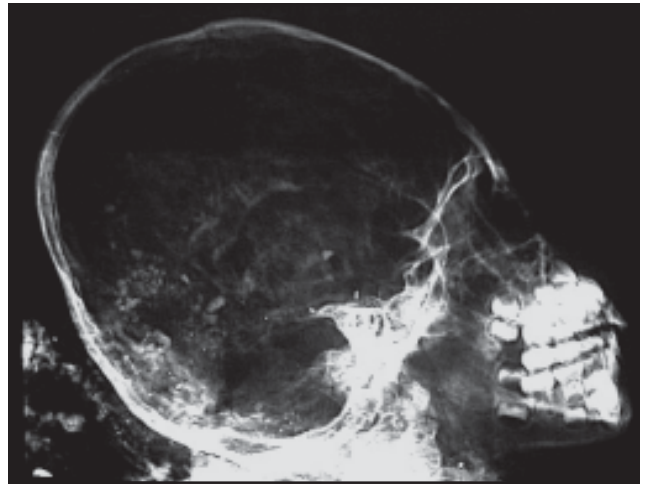


Fig. 13. Rx perfil del cráneo de La Niña del Rayo donde puede verse el aplastamiento frontoparietal y occipitoparietal. (Reproducida con autorización del Am J Roentgenol).

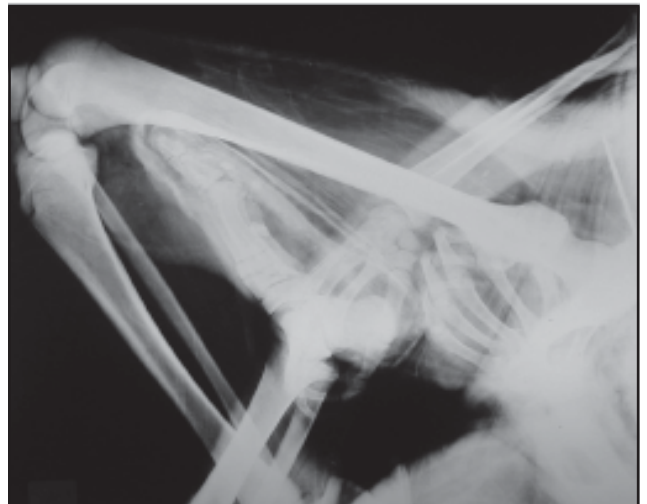


Fig. 14. Rx de miembros inferiores de La Doncella donde se puede apreciar la buena mineralización ósea y la ausencia de líneas de Harris. La medición de los huesos largos para la determinación de la edad cronológica pudo efectuarse con dificultad. (Reproducida con autorización de Am J Roentgenol).

pos en el momento de su muerte (Figs. 14 y 15)¹⁸. Las mediciones fueron difíciles de tomar por la superposición de los huesos a raíz de la singular postura de estas momias (Fig. 16).

Por ello se recurrió a la radiografía dental usando la tabla de Nolla para tal fin¹⁹. De este modo y combinando los datos antropométricos aportados por la medición de los huesos largos y los obtenidos a través de las radiografías odontológicas, establecimos la edad

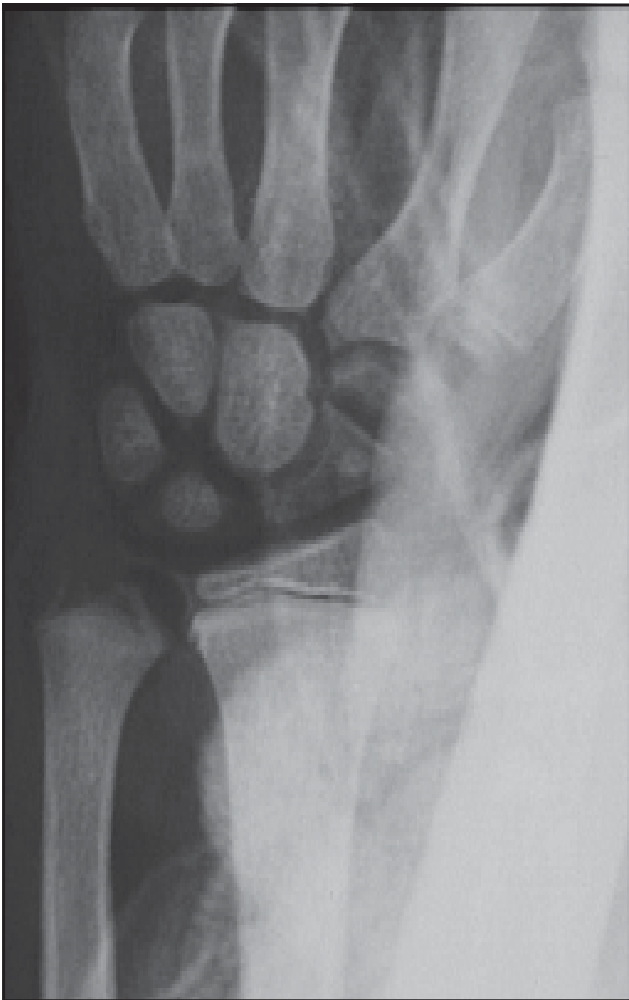


Fig. 15. Rx de la muñeca izquierda de El Niño. A excepción del hueso pisiforme se visualizan el resto de los huesos del carpo.

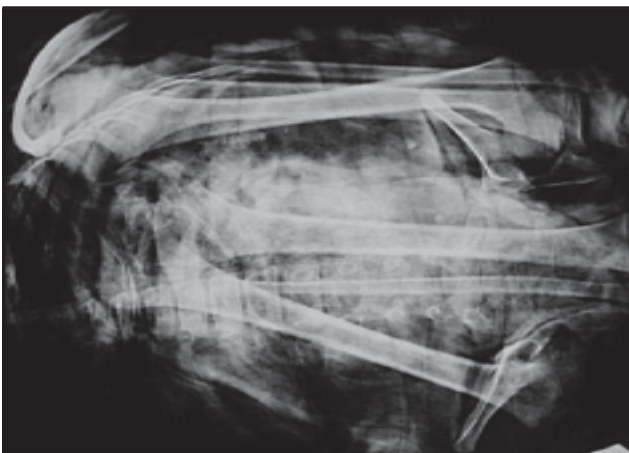


Fig.16. Rx de ambos miembros inferiores de El Niño en la cual puede advertirse la superposición de los huesos.

de cada uno de los cuerpos. La Doncella tenía una edad cronológica en el momento de su fallecimiento de 15 años mientras que La Niña del Rayo tenía 6 años y El Niño 7 años. Cuando se hicieron las comparaciones de ambos métodos hubo una discrepancia en la edad de La Doncella, debido a que las mediciones de los huesos de los miembros inferiores revelaron una edad ligeramente inferior a la obtenida por la radiografía dental. Esto puede explicarse principalmente por dos motivos. Uno es sin ningún lugar a duda el problema causado por la superposición de las diferentes estructuras dada la especial posición de cada cuerpo. Esto trajo aparejado la dificultad de medir en forma correcta y fehaciente cada hueso. El otro inconveniente es que las tablas antropométricas empleadas están confeccionadas con jóvenes del hemisferio norte y lo que es fundamental del siglo XX y nosotros las empleamos en niños incas del siglo XV en un contexto totalmente diferente en cuanto a alimentación y tasa de crecimiento. No obstante y conscientes de esto, nuestra intención fue tener un dato referencial más. Por ello la edad determinada por la radiología dental fue considerada como la más apropiada. Las distintas radiografías de los dientes no mostró la presencia de caries. En el caso de los dos niños más pequeños se observó un gran desgaste de las coronas, mientras que en La Doncella este deterioro fue menor (Fig. 17).

En todo hallazgo arqueológico siempre ha sido importante tener en cuenta el tiempo, lo más exacto posible, de cuándo tuvo lugar tal evento. Es decir "datar" el hallazgo. Además de esto la ciencia hoy en día no sólo tiene en cuenta el "cuándo" sino el "quién" y esto es posible merced al estudio del ADN obtenido en cada hallazgo. Esto es lo que conocemos como paleoADN. El ácido desoxirribonucleico (ADN) está presente en cada célula viva. Compuesta por un espiral de dos cadenas, la famosa "doble hélice" nos da la información genética de cada persona y que es inherente a sus padres. El material que obtuvimos de cada cuerpo permitió la lectura del ADN mitocondrial que transmite la información genética de la línea materna. Debido a esta investigación se pudo establecer que ninguno de estos niños incas están emparentados entre sí. Información suministrada por el Dr. Keith McKenney sugiere que habría un ancestro materno común entre La Doncella y un ser vivo, según se desprende de un estudio de ADN mitocondrial comparativo entre los niños del Llullaillaco y 19 personas que voluntariamente aceptaron ser muestreadas para saber si estaban emparentados con la doncella de Ampato (Perú) conocida como "Juanita". Aparte de este asombroso dato podemos teorizar acerca del lugar de procedencia de uno de los niños¹.

DISCUSIÓN

El Imperio Inca alcanzó su máximo esplendor durante el siglo XV, antes de la llegada de los conquistadores españoles liderados por Francisco Pizarro en el año 1532. Uno de los pilares fundamentales sobre los que se construyó este Imperio fue la religión. Adoraban a Viracocha "El Creador", pero también a otros dioses como Inti, el dios sol e Illapa el dios trueno. La ceremonia religiosa más importante era la referida a los sacrificios humanos denominada "Capacocha" (Qhapaq Hucha) donde niños de ambos sexos eran ofrendados a los dioses. Esto tenía por objeto aplacar la ira de los dioses y asegurar bienestar al emperador. Las capacochas tenían lugar en las grandes festividades como el Inti Raymi dedicado al dios sol o en momentos importantes de la vida del emperador como en caso de enfermedad o muerte. También eran llevadas a cabo para detener desastres naturales como epidemias, sequías, erupciones volcánicas o en épocas de guerras. Los niños elegidos debían ser bellos, sin defectos visibles y en el caso de las niñas éstas tenían que ser vírgenes²⁰. Pertenecían a familias con status social alto y sus padres generalmente eran curacas, es decir jefes regionales. Era para ellos un motivo de orgullo ofrecer sus hijos para estas ceremonias.

Los hallazgos en las TC evidenciaron un buen volumen de la masa muscular como del espesor del tejido celular subcutáneo indicando que estos niños habían sido adecuadamente alimentados¹³. Según los cronistas en el día de su sacrificio eran vestidos con ropas finas y se le daba abundante comida, lo que explica la presencia de restos gástricos y materia fecal en los tres cuerpos. Asimismo bebían "chicha" el brebaje más importante del incanato y se les daba hojas de coca para la práctica del "coqueo". De esta manera buscaban la felicidad plena de los enviados al encuentro con los dioses.

De acuerdo a las crónicas españolas la inmola-ción era llevada a cabo por los sacerdotes. Las formas más frecuentes eran un golpe en la cabeza, la asfixia, el estrangulamiento o eran enterrados en estado de inconciencia²¹. Por los estudios efectuados descartamos como causa de muerte el traumatismo craneano y el estrangulamiento.

Las deformaciones craneales observadas en las radiografías se debían a razones culturales, ya que algunas comunidades aborígenes del incanato tenían como costumbre esta práctica cuyo objeto era la de reproducir la forma de las montañas consideradas sagradas por ellos^{22,23}.

La excesiva abrasión dental presente en los dos

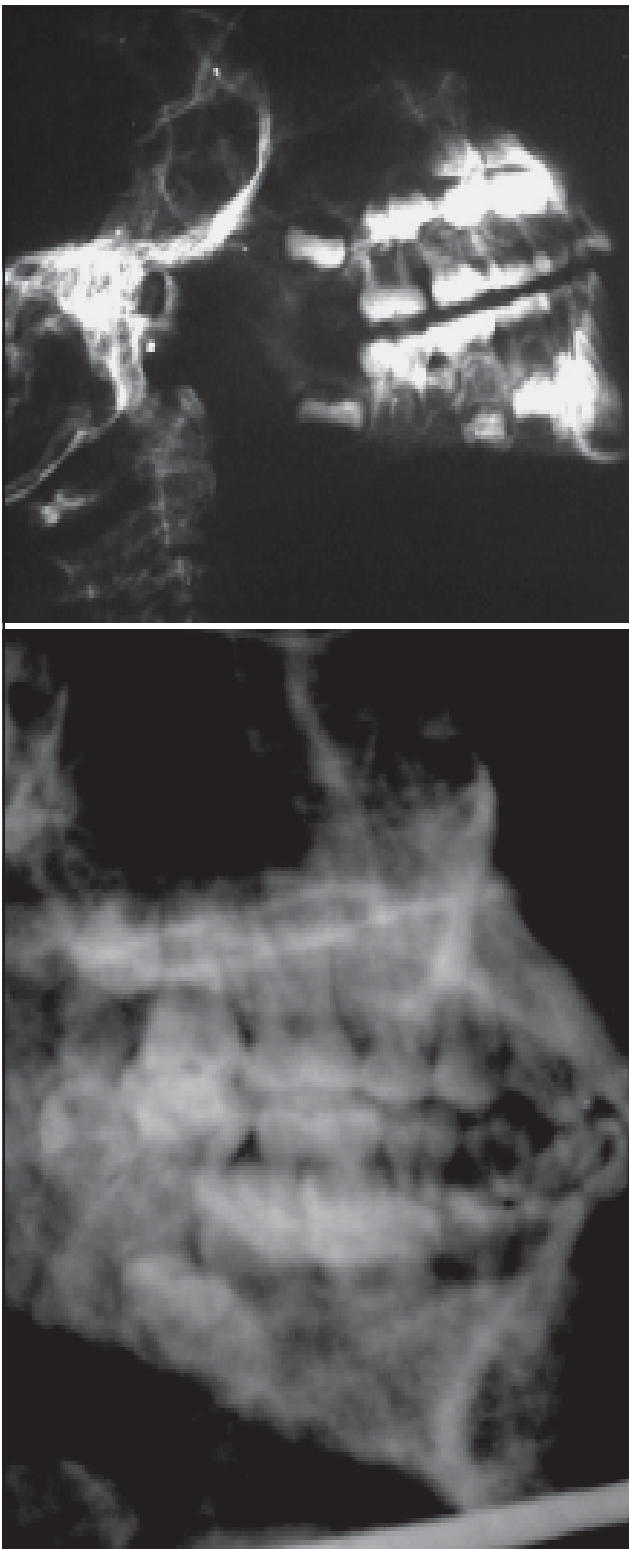


Fig.17. Radiografía dental. A) Rx de La Niña del Rayo mostrando un gran desgaste de las coronas. (Reproducida con autorización del Am J Roentgenol). B) Rx de La Doncella en la cual los dientes presentan un desgaste mucho menor.

niños más pequeños pudo deberse a la ingesta de maíz, cuyos granos eran triturados en morteros de piedra donde se mezclaban con partículas de sílice. No obstante no podemos descartar como causa de la abrasión, el bruxismo producido por estrés o parásitos²⁴. Esto no fue observado en la niña mayor pudiéndose deducir que su dieta era rica en tubérculos como la papa y la batata. Estos productos eran cultivados en el altiplano, infiriendo de esta manera la posible procedencia de La Doncella.

La patología visualizada en el pulmón de esta última fue interpretada como una bronquiolitis obliterante, de probable causa postinfecciosa, particularmente si se tiene en cuenta que estos niños luego de ser presentados al emperador en Cuzco, partían desde allí hacia la montaña donde serían sacrificados en un largo viaje que pudo haber tenido cerca de un año de duración²⁵. Por otra parte existen investigaciones que hablan de una mayor susceptibilidad de contraer bronquiolitis obliterante en algunas comunidades aborígenes, de hasta dos veces más que los grupos de control²⁶.

El congelamiento de estos cuerpos permitió un buen estado de conservación tanto externo como interno. La mayoría de los órganos mostró una apariencia similar a la de las personas vivas, salvo por el hecho de la pérdida de volumen por deshidratación la que pudo deberse a sublimación, en la cual se pierde agua por evaporación. Dicho proceso, en el cual el agua pasa directamente del estado sólido al estado gaseoso, es favorecido por la baja presión y baja temperatura existente en el Llullaillaco¹³.

Uno de los hechos que llamó la atención fue observar en la TC tanto los tejidos grasos como la sustancia blanca del sistema nervioso de color blanco. Esto se debió a un proceso postmortem causado por la saponificación de las grasas donde por autólisis de éstas y dado la falta de oxígeno hay depósito de metales como calcio, sodio y potasio entre otros, motivo por el cual las grasas son visualizadas blancas en los distintos cortes tomográficos. Como resultado de este proceso se obtiene una sustancia cerosa denominada adipocira²⁷.

En un principio se pensó que la ausencia del bazo en los tres cuerpos podía explicarse a través de la teoría de Hans Selye acerca del síndrome general de adaptación frente al estrés crónico. Sin embargo esta explicación quedó casi descartada al identificar el timo en El Niño. Debido a que el bazo es un órgano constituido principalmente por sangre, es frecuente la desaparición del mismo después de la muerte como fue comprobado en algunos cuerpos espontáneamente momificados al momento de su disección¹³.

CONCLUSIÓN

La Radiología moderna con sus diferentes técnicas es una excelente herramienta de investigación en otras ciencias como en la Arqueología. Este trabajo constituye un aporte importante en el estudio de momias andinas prehispánicas, en el cual se pudo establecer las condiciones de preservación, estado nutricional, edad y patologías de estos cuerpos.

Bibliografía

1. Reinhard J, Ceruti C. Investigaciones Arqueológicas en el Volcán Llullaillaco: Complejo Ceremonial Incaico de Alta Montaña, Salta: Prensa de la Universidad Católica de Salta (EUCASA); 2000.
2. Aufderheide AC. Progress in soft tissue paleopathology. *JAMA* 2000; 284(20):2571-3.
3. Brier B. Paleopathology: the dead are our teachers. En: Brier B. ed. *Egyptian Mummies Unraveling the Secrets of an Ancient Art*, New York: William Morrow; 1994: 174-93.
4. Böni T, Rühli FJ, Chhem RK. History of paleoradiology : early published literature, 1896-1921. *Can Assoc Radiol J* 2004; 55(4) :203-10.
5. Dedekind A. A novel use for the roentgen rays. *The British Journal of Photography* 1896; 43: 131.
6. Lewin PK, Harwood-Nash DC. X-ray computed axial tomography of an ancient Egyptian brain. *IRCS Med Sci* 1977; 5: 78.
7. Previgliano CH, Ceruti C, Pastrana Gonzalez JF, Matos Molina M. Radiographic studies of the Inca mummies found on Mont Llullaillaco. En: Lynnerup N, Andreasen C, Berglund J, eds. *Mummies in a New Millenium. Proceedings of the 4th World Congress on Mummy Studies*. Nuuk, Greenland, September 4-10, 2001, Copenhagen : Danish Polar Center; 2003: 189-92.
8. Spoor F, Jeffery N, Zonneveld A. Using diagnostic radiology in human evolutionary studies. *J Anat* 2000; 197: 61-76.
9. Thumfart WF, Freysinger W, Gunkel AR, Truppe MJ. 3D image-guided surgery on the example of the 5300-year-old Innsbruck iceman. *Acta Otolaryngo* (Stockh).1997;117:131-134.
10. Notman DNH, Tashjian J, Aufderheide AC, Cass OW, Shane OC, Berquist TH et al. Modern imaging and endoscopic biopsy techniques in Egyptian mummies. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 146: 93-6.
11. Cesarani F, Martina MC, Ferraris A, GrillettoR, Boano R, Marochetti EF et al. Whole-Body three-dimensional multidetector CT of 13 Egyptian human mummies. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180: 597-606.
12. Alt KW, Buitrago-Téllez CH. Dental paleoradiology: Applications in paleoanthropology and paleopathology. *Can Assoc Radiol J* 2004; 55(4):258-63.
13. Previgliano CH, Ceruti C, Reinhard J, Arias Araoz F, González Diez J. Radiologic evaluation of the Llullaillaco mummies. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 181: 1473-9.
14. Aufderheide AC. Use and abuse of mummies. En: Aufderheide AC, ed. *The Scientific Study of Mummies*, Cambridge: Cambridge University Press; 2003: 515-6.
15. EFE Reportajes. Líderes por siempre. Agosto 2, 2002. Accesible en: <http://www.prensalibre.com/pl/domingo/archivo/domingo/2002/110802/mundo.html>. Accedido Abril 23,2005.
16. Gisbert Calabuig JA, Villanueva Cañadas E. Procesos destructores del cadáver. En: Gisbert Calabuig JA, ed. *Medicina Legal y Toxicología*, 4ª ed. Barcelona: Masson; 1991: 159-71.

17. Swischuck LE. Skeletal system and soft tissues. En: Mitchell C.W., ed. *Imaging of the Newborn, Infant and Young Children*, 4th ed., Baltimore: Williams & Wilkins; 1997: 698-701.
18. Lusted LB, Keats T.E. Skeletal maturation. En: Lusted LB, Keats TE, eds. *Atlas of Roentgenographic Measurements*, 3rd ed., Chicago: Year Book medical; 1972:66-96.
19. Nolla C. The development of the permanent teeth. *J Dent Child* 1960; 27: 254-66.
20. Besom T. The Chapaq Huchas of the Inka empire. En: Lynnerup N, Andreasen C, Berglund J, eds. *Mummies in a New Millennium. Proceedings of the 4th World Congress on Mummy Studies*. Nuuk, Greenland, September 4-10, 2001, Copenhagen: Danish Polar Center; 2003: 186-9.
21. Cobo B. *History of the Inca Empire*, 5th ed., Austin: Univ. of Texas Press; 1996[1652]: 235-6.
22. Imbelloni J. Cephalic deformations of the Indians in Argentina. En: *Handbook of South American Indians*, vol 6. Washington: Smithsonian Institution; 1950,143: 53-5.
23. Ulloa Mogollón J. Relación de la provincia de los collaguas para la discreción de las Indias que su majestad manda hacer. *Relaciones geográficas de Indias 1965[1586]*; 1: 326-33.
24. Kula K. Dental problems. En: Oski F, ed. *Principles and Practice of Pediatrics*, Filadelfia: Lippincott; 1994: 859-78.
25. Webb WR, Müller NL, Naidich DP. Airways diseases. En: Webb WR, ed. *High-Resolution CT of the Lung*, 3rd ed. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001:467-546.
26. Teper AM, Colom AJ, Bailliet G, Martínez-Marignac VL Bianchi NO. Association between the incidence of bronchiolitis obliterans (BO) in Argentina Children and their Native-American maternal and paternal lineage. *American Thoracic Society*. Seattle, 2003.
27. Bonnet EFP. Tanatología. En: Bonnet EFP, ed. *Medicina Legal*, Buenos Aires: López Libreros Editores; 1967: 240-66.