



Reflexiones acerca de la identificación y diferenciación de las lesiones porosas de los efectos tafonómicos en restos óseos humanos arqueológicos

Reflections on the identification and differentiation of porosity lesions from taphonomic effects in archaeological human skeletal remains

Milena C. Morlesin*

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Argentina.
E-mail: mile.morlesin@gmail.com

Resumen

A lo largo de la vida de los individuos, los huesos experimentan cambios, los cuales pueden dejar marcas en el tejido óseo que resultan de interés para los estudios bioarqueológicos. Dichos cambios se manifiestan en una serie de rasgos óseos que se constituyen como una potencial línea de evidencia para indagar sobre el estilo de vida de las poblaciones del pasado. Sin embargo, a la hora de analizar tales alteraciones, es necesario tener en cuenta que existe una amplia variedad de agentes y procesos tafonómicos que pueden imitar rasgos morfológicos producidos por condiciones patológicas, así como también de naturaleza no patológica. Se trata de las denominadas alteraciones pseudopatológicas, y su origen puede deberse a factores tanto naturales como antrópicos, pasados y actuales. En este trabajo se indagará en un tipo de alteración particular, la porosidad, a los fines de establecer ciertos criterios para reconocer la naturaleza de esta lesión con el objetivo de contribuir a su correcta identificación y poder llevar adelante un diagnóstico diferencial.

Palabras clave: Pseudopatología; Restos óseos humanos; Alteraciones óseas; Porosidad; Tafonomía.

Abstract

Over an individual's life, bones undergo changes, which can leave marks on bone tissue and are of interest to bioarchaeological studies. These changes manifest themselves in a series of bone traits that constitute a potential line of evidence to inquire about past populations' lifestyles. However, when analyzing such alterations, it is necessary to consider a wide variety of taphonomic agents and processes that can mimic morphological features produced by pathological conditions and injuries of a non-pathological nature. These are the so-called pseudopathological alterations, and their origin can be due to both natural and anthropogenic factors, past and present. This paper will focus on a particular type of alteration, porosity, to establish specific criteria to recognize the nature of this lesion to contribute to its correct identification and to be able to carry out a differential diagnosis.

Keywords: Pseudopathology; Human skeletal remains; Bone changes; Porosity; Taphonomy.

Introducción

Este trabajo resulta de la experiencia en el análisis óseo y en la dificultad, que en muchos casos se presenta, para diferenciar si un tipo de alteración ósea, como es la porosidad, es resultado de una condición patológica y/o lesión o si se trata de efectos tafonómicos. A lo largo de los años, los estudios sobre los restos óseos humanos han reconocido la existencia de tal dificultad metodológica para discriminar el origen de la porosidad (Luna et al., 2017; Ortner, 2019; Rojas-Sepúlveda et al., 2008; Sofaer Derevenski, 2000). Sin embargo, no son abundantes los trabajos que abordan una propuesta

sistemática para su análisis (Mazza, 2015; Sofaer Derevenski, 2000; Zampetti, 2016), y en muchos casos se deja de lado el relevamiento de la porosidad, o no se contabilizan los resultados obtenidos del análisis de dicha alteración ósea. En este sentido, el objetivo de este trabajo es presentar una serie de pasos a seguir a los fines de potenciar la capacidad de registro e identificación correcta de la porosidad. Esto permitirá un análisis eficaz de tales alteraciones y arribar a resultados comparables entre investigaciones.

La porosidad altera la apariencia del cortical del tejido óseo humano y se manifiesta en diversos procesos

Recibido 20-12-2021. Recibido con correcciones 22-04-2022. Aceptado 08-06-2022



de deterioro articular tales como la osteoartritis¹, la osteofitosis espinal, la artritis psoriásica, la artritis reumatoide, la osteocondritis disecante, los cambios entésicos², entre otros. No obstante, es necesario tener en cuenta que al trabajar con restos óseos humanos recuperados en contextos arqueológicos, y al igual que los restos faunísticos, estos pueden verse afectados, en alguna medida, por efectos postdeposicionales causados por diversos agentes naturales y/o antrópicos tanto pasados como actuales (Bartosiewicz, 2008; Campillo 2003; Cheuiche Machado, 2006; Etxeberria, 1991; Galligani et al., 2015; González, 2013; Gordon, 2009; Gutiérrez et al., 2016; Ortiz López, 2011; Pérez, 2006; entre otros). Es por ello que al tratarse de contextos arqueológicos estaremos en presencia de casos que evidencian la superposición de efectos sobre el tejido, tanto tafonómicos como patológicos y no patológicos.

La porosidad es la discontinuidad del hueso subcondral que se manifiesta como un conjunto de agujeros en la superficie articular, la cual luce porosa, desorganizada e irregular (Rogers y Waldron 1995; Waldron 2009). En muchos casos puede observarse el "suelo" del agujero, el cual es liso (Buikstra y Ubelaker, 1994; Luna et al., 2017; Rogers y Waldron, 1995; Waldron, 2009; Weiss, 2005). La importancia y utilidad de la identificación de esta alteración en el tejido óseo humano radica en que la misma puede ser indicativa de una lesión, trauma y/o patología. Por lo tanto, puede brindar información clave para conocer el estado de salud y enfermedad de un individuo o grupo humano, así como también dar cuenta de los niveles de demanda mecánica y estilo de vida de las poblaciones del pasado.

Presencia de porosidad en el tejido óseo

La estructura ósea experimenta modificaciones a lo largo de la vida de los individuos como resultado del estilo de vida (ejecuciones de tareas y actividades cotidianas). Estas modificaciones se vinculan con los desgastes en las articulaciones, las fracturas, los traumas, entre otros (Dutour, 1992; Hawkey y Merbs, 1995; Kennedy, 1989). Así, el análisis de las lesiones condrales, las artropatías (cambios ocurridos en las articulaciones sinoviales), la osteofitosis espinal (cambios ocurridos en las articulaciones cartilaginosas) y los cambios entésicos (alteraciones en las entesis) son indicadores útiles para inferir los patrones e índices de actividad física y los niveles de estrés mecánico de las poblaciones del pasado (Bridges, 1991; Dewey, 2018; Hawkey y Merbs, 1995; Henderson et al., 2015, 2016, 2017; Jurmain, 1977, 1980; Jurmain y Villote,

1 Es necesario indicar que diversos investigadores (Rothschild 1997; Sofaer Derevenski 2000) sostienen que no es clara la relación entre la presencia de porosidad y la expresión de la osteoartritis (OA). Es por ello que sugieren excluirla como variable en el análisis de la OA en los casos en los cuales se la encuentre aislada. Por tal motivo, se propone que la presencia de porosidad sea interpretada como reflejo de procesos de deterioro articular diferente a la OA.

2 Los cambios entésicos son de naturaleza no patológica (Jurmain y Villotte, 2010; Santos et al., 2011; Villotte y Knüsel, 2013).

2010; Jurmain et al., 2012; Lieverse et al., 2007, 2016; Villotte y Knüsel, 2013; Villotte et al., 2016; Waldron, 2009; Weiss y Jurmain, 2007; entre otros).

Alteraciones porosas en las articulaciones sinoviales y cartilaginosas

Las articulaciones son las regiones anatómicas que presentan mayor frecuencia de lesiones y cambios patológicos. Son los puntos de contacto entre dos o más huesos (o partes de huesos) y contienen abundante tejido blando lo cual posibilita, en la mayoría de los casos, cierto grado de movimiento (Barbe et al., 2009; Drake et al., 2010; Tortora y Derrickson, 2010). La clasificación estructural de las articulaciones basada en sus características anatómicas y funcionales (tipo de movimiento) permite reconocer tres tipos: fibrosas, cartilaginosas y sinoviales (Barbe et al., 2009; Drake et al., 2010). Dado que en este trabajo abordaremos las lesiones y patologías manifestadas en los últimos dos tipos de articulaciones, describiremos brevemente cuáles son sus características. En las articulaciones cartilaginosas, las superficies articulares de los huesos adyacentes entre sí están fuertemente conectados por tejidos conectivos flexibles como son el cartílago hialino o fibrocartilaginoso (Burt et al., 2013; Drake et al., 2010) y permiten un bajo o nulo movimiento (Ortner, 2003). Las articulaciones sinoviales son las más representadas en el esqueleto humano e integran la clase de articulaciones involucradas en la movilidad entre diferentes huesos. Se componen por las superficies articulares de los huesos, por una cápsula articular que envuelve a los extremos articulares y por la cavidad sinovial, herméticamente cubierta por la cápsula articular (Steele y Bramblett, 1988).

Los niveles de estrés mecánico ejercido sobre dichas articulaciones pueden derivar en lesiones y cambios patológicos (Dutour, 1992; Jurmain et al., 2012; Kennedy, 1989). Por esta razón, las articulaciones sinoviales son las más propensas a desarrollar enfermedades ya que son las involucradas en una amplia variedad de movimientos articulares (Tortora y Derrickson, 2010). Las estructuras que las integran, como son el cartílago articular y la cavidad sinovial, pueden reflejar la falta de equilibrio entre las actividades de formación y reabsorción de hueso, dando lugar a cambios proliferativos o destructivos (Rogers et al., 1987). Haciendo foco en los procesos destructivos del hueso, estos refieren a la pérdida de la superficie articular y en ciertos casos, de las zonas adyacentes. Se trata de un proceso progresivo que ocurre en tres estadios: en primera instancia se producen micro grietas en la corteza, las cuales, en un segundo momento, se profundizan, exponiendo el hueso subcondral. En el último estadio, ante la pérdida de la sustancia ósea y la interrupción del tejido cortical, producto de un proceso de enfermedad activo (Rogers et al., 1987), se observan erosiones y/o cambios císticos (Burt et al., 2013) (Figura 1).

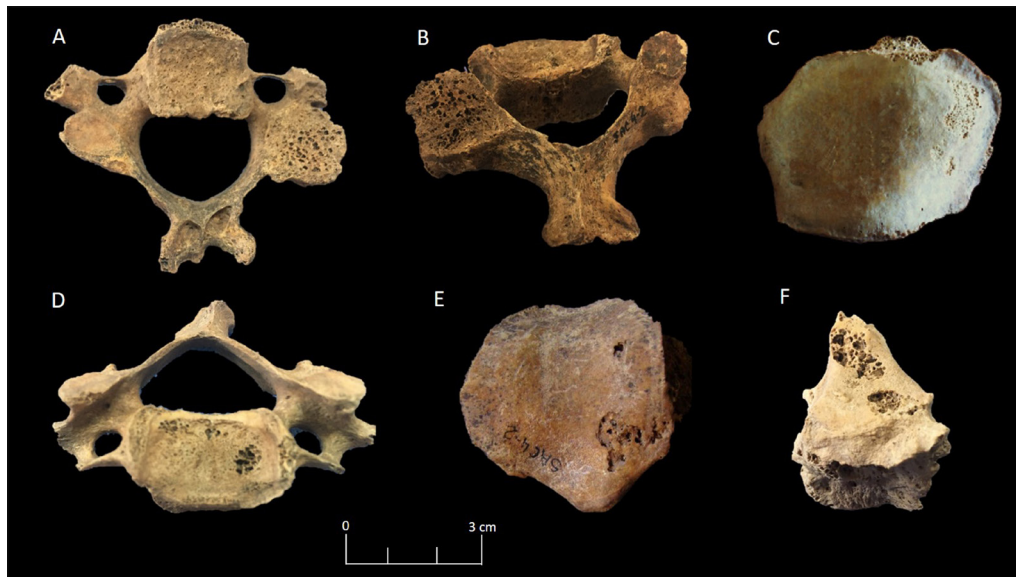


Figura 1. Ejemplos de porosidad en el tejido óseo humano. A) Porosidad en la carilla inferior izquierda en vértebra cervical con osteoartrosis (OA), B) Porosidad en la carilla superior izquierda en vértebra cervical con OA, C) Porosidad en la superficie articular posterior de la rótula derecha con OA, D) Porosidad en el cuerpo vertebral en vértebra cervical con OA, E) Osteocondritis disecante en rotula izquierda, y F) Porosidad y osteofitos marginales en cuneiforme intermedio derecho. (Los elementos óseos provienen de la muestra osteológica de la cuenca del lago Salitroso, Santa Cruz. Imágenes de la autora).

Figure 1. Examples of porosity in human bone tissue. A) Porosity in the left inferior facet in cervical vertebrae with osteoarthritis (OA), B) Porosity in the left superior facet in cervical vertebrae with OA, C) Porosity in the posterior articular surface of the right patella with OA, D) Porosity in the vertebral body in cervical vertebrae with OA, E) Osteochondritis dissecans in left patella, and, F) Porosity and marginal osteophytes in right intermediate cuneiform. (The bone elements come from the osteological sample from the Salitroso Lake basin, Santa Cruz. Images taken by the author).

Alteraciones porosas en las entesis fibrocartilagosas
Las entesis son los lugares de inserción de ligamentos, tendones, fascias³ y cápsulas articulares en el hueso (Benjamín et al., 2002). De acuerdo a la estructura existente entre el tejido blando y el duro, se reconocen dos tipos diferentes de entesis: las fibrosas (EF) y las fibrocartilagosas (EFC) (Benjamín y McGonagle, 2001; Benjamín y Ralphs, 1998; Benjamín et al., 2002). Las entesis fibrosas se localizan en la porción media de las diáfisis de los huesos largos, zona donde los tendones y músculos se insertan directamente en el hueso (Benjamín y McGonagle, 2001). Mientras que las entesis fibrocartilagosas se encuentran cercanas a las epífisis y se componen por cuatro tipos distintos de tejido: 1) extremidad del tendón o ligamento, 2) zona de fibrocartilago no calcificado, 3) zona de fibrocartilago calcificado, y 4) hueso subcondral (Benjamín et al., 2002).

Las alteraciones presentes en dichos lugares de inserción se denominan cambios entésicos y son de naturaleza no patológica (Jurmain y Villotte, 2010; Santos et al., 2011; Villotte y Knüsel, 2013; entre otros). Los

cambios entésicos se observan en dos áreas diferentes: la zona 1, que refiere al margen de la entesis, donde las fibras se fijan de manera oblicua; y la zona 2, que corresponde a la superficie de la entesis y el margen restante (Henderson et al., 2015, 2016). A su vez, tales cambios se manifiestan a partir de distintos rasgos: la formación ósea, la erosión, el cambio textural, la porosidad fina, la macro porosidad y las cavitaciones (Henderson et al., 2015, 2016; Villotte et al., 2016). La erosión, la porosidad fina y la macro porosidad toman especial relevancia en el presente estudio. Siguiendo a Henderson y coautores (2015, 2016), se entiende por erosión a las depresiones o excavaciones de cualquier forma que impliquen la discontinuidad del suelo de la lesión. Tienen mayor anchura que profundidad y sus márgenes son irregulares. La porosidad fina son las pequeñas perforaciones, menores a 1 mm de diámetro, redondeadas y ovaladas, con bordes suaves, que usualmente se encuentran agrupadas y localizadas. La apertura, al ser muy pequeña, no permite que se observe el tejido subcortical. A su vez, la macro porosidad son las perforaciones con un diámetro mayor a 1 mm, de bordes suaves y formas redondeadas a ovaladas. Pueden encontrarse tanto de manera aislada como localizada. En algunos casos, es posible observar el tejido subcortical, dependiendo de la apertura de la perforación. La macro porosidad luce como un foramen vascular (Figura 2).

³ La fascia es una banda delgada de tejido que rodea a los músculos, los huesos, los órganos, los nervios y los vasos sanguíneos, que a menudo permanece ininterrumpida como una estructura tridimensional entre los tejidos. Proporciona el soporte para los tejidos y además puede servir de límite entre las estructuras (Drake et al., 2014).

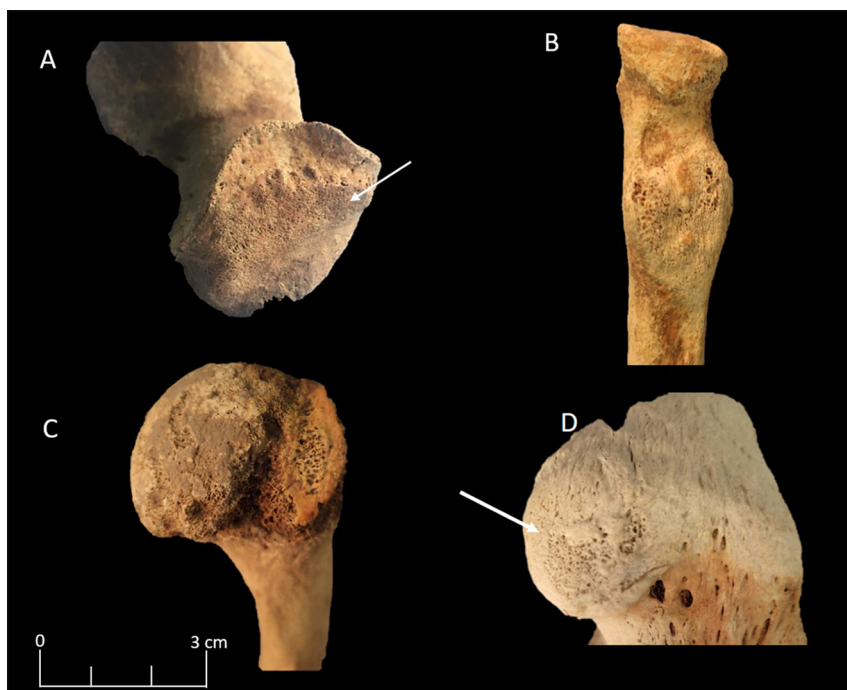


Figura 2. Ejemplos de erosión, porosidad fina y macro porosidad en entesis fibrocartilaginosas. A) Porosidad fina en el olecranon de cúbito derecho (tríceps braquial), B) Erosión y macro porosidad en la tuberosidad radial de radio izquierdo (bíceps braquial) C) Erosión y macro porosidad en la epifisis proximal de húmero derecho (supraespinoso e infraespinoso), D) Micro porosidad en la tuberosidad de calcáneo izquierdo (tríceps sural). (Los elementos óseos provienen de la muestra osteológica de la cuenca del lago Salitroso, Santa Cruz. Imágenes de la autora).

Figure 2. Examples of erosion, fine porosity, and macro porosity in fibrocartilaginous entheses. A) Fine porosity in the olecranon of the right ulna (triceps brachii), B) Erosion and macro porosity in the radial tuberosity of the left radius (biceps brachii), C) Erosion and macro porosity in the proximal epiphysis of the right humerus (supraspinatus and infraspinatus), D) Micro porosity in the tuberosity of the left calcaneus (triceps surae). (The bone elements come from the osteological sample from the Salitroso Lake basin, Santa Cruz. Images taken by the author).

Otras porosidades

A raíz de lo dicho previamente, es necesario tener en cuenta la existencia de porosidad normal en el tejido óseo humano, asociado al proceso de crecimiento y desarrollo. Dicho proceso se expresa como defectos de la corteza, los cuales generalmente se presentan como agujeros de diversos tamaños, predominantemente pequeños (Waldron 2009). Tal es el caso de la porosidad observable en individuos no adultos, en cuyo proceso de desarrollo experimentan alteraciones del tejido localizado alrededor de las epifisis y en las zonas de inserciones musculares más profundas de los huesos largos, las cuales pueden observarse como depresiones de diverso tamaño (Buikstra y Ubelakaer, 1994; Constantinescu, 1999) (Figura 3). Asimismo, no debe confundirse la macro porosidad con los forámenes de la vena basivertebral presentes en la cara dorsal o en el centro del cuerpo vertebral (Buikstra y Ubelakaer, 1994; Henderson et al., 2015, 2016), así como tampoco con la porosidad observada en los cuerpos vertebrales durante el proceso de maduración del anillo epifisario (Albert, 2010; Waldron, 2019) (Figura 4).

Por tal motivo, a la hora de asignar la clasificación

más probable a los cambios observados en el tejido óseo, es crucial considerar al esqueleto humano en su totalidad y no así a un único conjunto de elementos aislados o paquetes articulares. Sin embargo, al trabajar con restos óseos humanos recuperados en contextos arqueológicos, las posibilidades de contar con esqueletos completos se reducen y en muchos casos estamos ante la presencia de conjuntos óseos mezclados y fragmentados. Por lo tanto, es necesario registrar en detalle la presencia y ausencia de los elementos óseos y articulaciones que componen un esqueleto humano (Rogers et al., 1987). Al mismo tiempo, es necesario considerar los contextos ambientales del hallazgo, dar cuenta del estado y grado de preservación de los restos recuperados y registrar la presencia de alteraciones postdeposicionales, identificando los agentes causales de dichas alteraciones.

Procesos de formación de sitio y efectos postdeposicionales

La pseudopatología y la equifinalidad

Los agentes y procesos tafonómicos con frecuencia producen alteraciones susceptibles de confundirse con

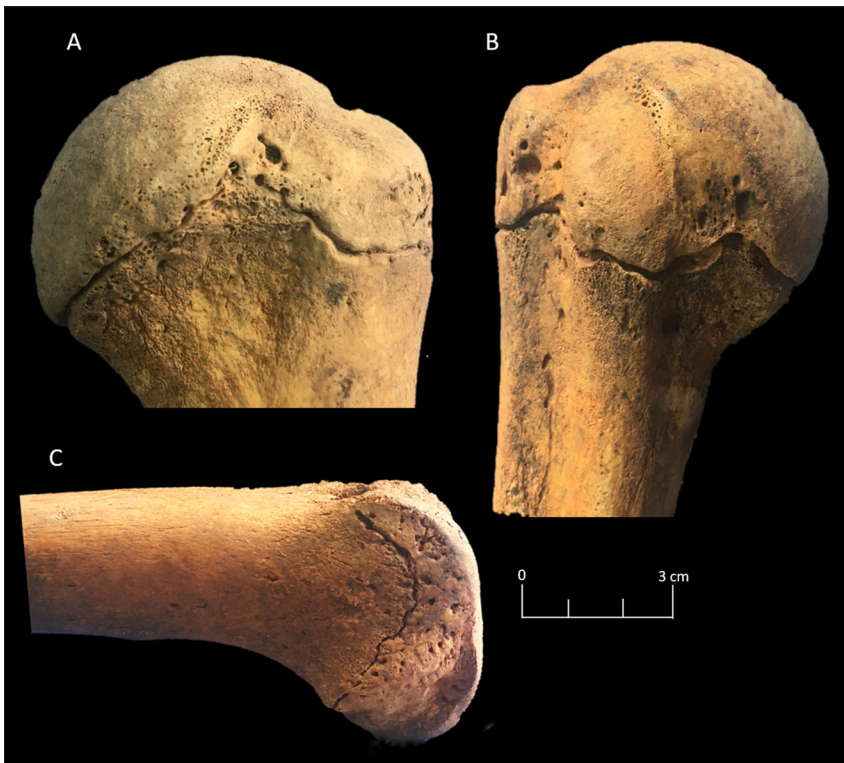


Figura 3. Ejemplos de porosidad normal en las epífisis de huesos largos recientemente fusionadas a la diáfisis. A) Epífisis proximal húmero izquierdo, B) Epífisis proximal húmero derecho, y C) Epífisis distal tibia derecha. (Los elementos óseos provienen de la muestra osteológica de la cuenca del lago Salitroso, Santa Cruz. Imágenes de la autora).

Figure 3. Examples of normal porosity in the epiphyses of long bones recently fused to the diaphysis. A) Proximal epiphysis of the left humerus, B) Proximal epiphysis of the right humerus, and C) Distal epiphysis of the right tibia. (The bone elements come from the osteological sample from the Salitroso Lake basin, Santa Cruz. Images taken by the author).

lesiones y rasgos patológicos, dando lugar a lo que se denomina pseudopatología y ocasionando un problema de equifinalidad (Bartosiewicz, 1999; Campillo, 1993, 2003; Cheuiche Machado, 2006; de Souza Barbosa et al., 2019; Lyman, 1994, 2004; Manchester et al., 2016; Ortner, 2019; Pérez, 2006; Wells, 1967). Esta problemática no es única del campo de la bioarqueología, sino que también es común en la zooarqueología, y que, por lo tanto, comparten los criterios diagnósticos para reconocer y diferenciar los rasgos tafonómicos de los patológicos (Bartosiewicz, 1999, 2008; de Souza Barbosa et al., 2019). Las alteraciones pseudopatológicas son un cambio estructural en el hueso normal o en el tejido blando que se asemeja a una lesión *antemortem*, pero que en realidad son producidas por procesos *postmortem* (Campillo, 1993, 2003; Cheuiche Machado, 2006; Klaus y Lynnerup, 2019; Ortner, 2019; Pérez, 2006). Los agentes causales de dichas pseudopatologías son múltiples (Ortner, 2019). Por un lado, se encuentran los agentes geológicos (*e.g.* corrosión del suelo, deformaciones sedimentarias, abrasión y pulido por agua y sedimentos, entre otros), y por el otro, aquellos de origen biótico (*e.g.* los efectos *postmortem* de las bacterias y hongos, el grabado de las raíces, los daños producidos por moluscos e insectos, la erosión química por ácidos estomacales, la acción de carnívoros, entre otros) (Andrews, 1990; Andrews y Fernández-Jalvo, 2012; Aufderheide y Rodríguez-Martin, 1998; Bartosiewicz, 2008; Calderón, 2004; Child, 1995; de Souza Barbosa et al., 2019; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992, 2003, 2016; Gutiérrez y Kaufmann, 2007; Quintana y Alesan, 2003; Smith y Nelson, 2003). De este modo, la manifestación en el tejido óseo de la alteración abordada

en este trabajo -la porosidad- puede ser confundida con la acción de diversos procesos tafonómicos relacionados con la abrasión sedimentaria en contextos tanto eólicos como fluviales (Campillo, 2003; Fernández-Jalvo y Andrews, 2003, 2016; Gil et al., 2001), así como con erosión por el accionar de los microorganismos, tal como son las bacterias y los hongos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Quintana y Alesan, 2003) y la corrosión química resultado de los ácidos estomacales para la digestión (Andrews, 1990; Andrews y Fernández-Jalvo, 2012; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992, 2016; entre otros). Dichos procesos y agentes tafonómicos producen marcas y perforaciones en la superficie de los huesos, que penetran en el tejido subyacente de los huesos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). La porosidad puede variar en tamaño y en el grado de profundidad en la que penetran el tejido óseo, dependiendo del agente que la produce, de la región del hueso (diáfisis, epífisis o en las superficies articulares), o de la edad de los individuos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Otro agente tafonómico que puede generar modificaciones pseudopatológicas es el agua. En contextos con un pH bajo, es decir agua con cierto grado de acidez, la acción físico-química de este agente sobre los restos óseos genera la disolución de sales cálcicas, por lo que el hueso se descalcifica y pierde peso (Campillo, 2003; Gil et al., 2001). En el caso de las artropatías, el diagnóstico de estas afecciones plantea ciertas dificultades ya que se produce un adelgazamiento de las trabéculas, lo que ocasiona una menor resistencia del hueso, lo cual conlleva a una mayor facilidad en su destrucción por el accionar de agentes tafonómicos (Campillo, 1993). El agua también

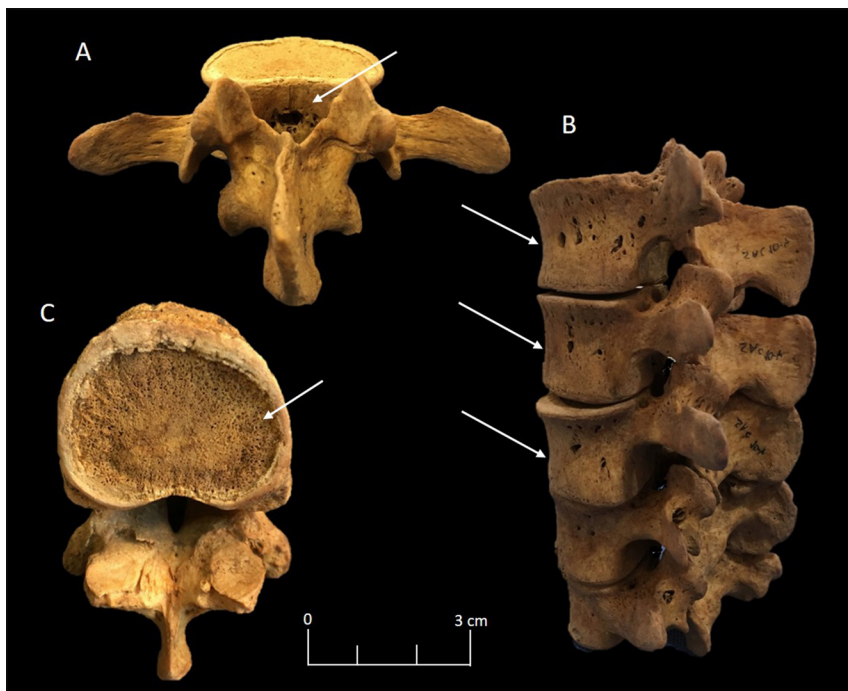


Figura 4. Ejemplos de porosidad normal. A) Forámenes de la vena basivertebral en el cuerpo de una vértebra lumbar, B) Porosidad en el cuerpo de vértebras lumbares, y C) Porosidad en carilla inferior en el cuerpo de una vértebra torácica inferior. (Los elementos óseos provienen de la muestra osteológica de la cuenca del lago Salitroso, Santa Cruz. Imágenes de la autora).

Figure 4. Examples of normal porosity. A) Basivertebral vein foramen in the body of a lumbar vertebrae, B) Porosity in the body of a lumbar vertebrae, and C) Porosity in lower part of the body of a lower thoracic vertebra. (The bone elements come from the osteological sample from the Salitroso Lake basin, Santa Cruz. Images taken by the author).

puede generar erosiones y ondulaciones paralelas en la parte cortical del hueso, sobre todo si esta se encuentra localizada y se produce contacto entre el hueso y el agua por goteo (Campillo, 2003; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Gil et al., 2001).

Sobre las superficies articulares puede observarse la presencia de abrasión y pulido, rasgos que presentan dificultades para su interpretación ya que pueden ser vinculados con la abrasión sedimentaria por acción del viento, particularmente en ambientes desérticos, y/o del agua durante el transporte fluvial de elementos óseos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2012, 2016). Gutiérrez y Kaufmann (2007) han definido tres estadios de abrasión y pulido a partir de la presencia de ciertos rasgos tales como el brillo, la textura, la pérdida de tejido cortical, entre otros. De esta forma, los diversos estadios de abrasión y pulido por acción del agua o del viento pueden confundirse con las alteraciones porosas características de algunas patologías y/o lesiones no patológicas. Sin embargo, el escenario puede complejizarse aún más, particularmente en el caso del estadio tres de abrasión y pulido definido por Gutiérrez y Kaufmann (2007). Este estadio se caracteriza por lucir superficies óseas brillantes (Fernández-Jalvo y Andrews, 2012, 2016), atributo que puede ser confundido con la eburnación, alteración factible de ser hallada en las superficies articulares que exhiben una condición patológica como es la osteoartritis (Rogers y Waldron, 1997; Rogers et al., 1987; Waldron, 2009). La eburnación de la superficie articular se produce ante la pérdida de cartilago, lo que genera que huesos adyacentes entren en contacto directo, produciéndose la abrasión de las superficies subcondrales (Burt et al., 2013; Waldron, 2009). Así, la superficie articular luce brillante y suave al tacto (Waldron, 2009). Se trata de una lesión que indica el

grado de severidad de la osteoartritis (Altman et al., 1990, 1991), y en muchos casos se ve acompañada de otros rasgos tal como la pérdida de tejido óseo cortical y la presencia de porosidad (Rogers y Waldron, 1997; Rogers et al., 1987; Waldron, 2009).

En relación con los agentes microbiológicos, las bacterias y hongos pueden ocasionar alteraciones y modificaciones tanto de la superficie como de la estructura interna de los huesos, las cuales dejan marcas similares a ciertas lesiones causadas por condiciones tanto patológicas como no patológicas (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Quintana y Alesan, 2003). Los microorganismos poseen la capacidad de alterar la morfología interna de los huesos ya que pueden tener acceso a los canales de Havers, ubicados en el hueso cortical. De esta manera, dichos agentes tienen la capacidad de disolver el mineral presente, originando un patrón irregular del tejido óseo similar al ocasionado por los osteoclastos (Quintana y Alesan, 2003). En cuanto a la superficie externa del hueso, los hongos pueden provocar marcas en la superficie ósea por la liberación de enzimas, las cuales pueden ocasionar la fractura de los huesos. En estos casos, los microorganismos tienen acceso a las cavidades y su crecimiento puede llegar a localizarse en la cavidad medular (Campillo, 1993, 2003; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Quintana y Alesan, 2003).

La presencia de elevados niveles de acidez y de enzimas en los sistemas digestivos de diversos predadores puede ocasionar efectos sobre el hueso, ya sean estos, modificaciones de la superficie ósea o alteraciones químicas de la estructura interna del hueso (Andrews y Fernández-Jalvo, 2012; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Se reconoce la existencia de distintos grados de digestión: 1) extremadamente ligera, 2) ligera, 3)

moderada, 4) fuerte/abundante y 5) extrema (Andrews, 1990; Andrews y Fernández-Jalvo, 2012; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992). A su vez, la digestión puede ocasionar distintos estadios de modificación del elemento óseo, y diversos grados de extensión, ya sea esta una digestión localizada o extendida sobre toda la superficie del hueso (Andrews y Fernández-Jalvo, 2012; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Tanto el grado de digestión como la extensión de la misma se condice con el tipo de predador y, por lo tanto, resulta en un dato valioso a tener en cuenta a la hora de analizar si la alteración relevada es producto de un agente tafonómico o si, por el contrario, es un indicador de una condición tanto de naturaleza patológica como no patológica. En el caso de ciertos predadores, tal como son las aves, la regurgitación de huesos de su presa produce digestiones localizadas que se concentran en las epífisis y en las superficies articulares (Andrews y Fernández-Jalvo, 2012; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Los grados de digestión extremadamente ligera, ligera y moderada pueden confundirse con la porosidad observada en ciertas patologías y/o lesiones no patológicas, y por lo tanto requieren ser analizados en detalle. Este análisis debe ser realizado teniendo en cuenta las áreas que son susceptibles de expresar alteraciones tal como son las epífisis y las superficies articulares, así como también la información contextual de hallazgo de los restos óseos con el objetivo de no confundir tales alteraciones con una pseudopatología.

Condiciones contextuales de los entierros humanos

Siguiendo a González (2013), dar cuenta de los factores que inciden en los estados de preservación de los restos óseos humanos es el objetivo general del análisis tafonómico de conjuntos esqueléticos, y por lo tanto, conocer el modo de inhumación de dichos restos es un paso clave del estudio tafonómico. Por tal motivo, a la hora de llevar adelante un estudio paleopatológico es fundamental tener en cuenta aspectos tales como el contexto de hallazgo, el tipo de modalidad de entierro, las características del ambiente (factores hidrológicos, fauna y flora presente), el contexto sedimentario/edáfico (el grado de acidez del terreno, sus componentes, el contenido en materia orgánica y la humedad), el grado de preservación de los restos óseos depositados, la procedencia de la muestra (si se trata de colecciones de museo o excavaciones recientes), entre otros (Galligani et al., 2015; González, 2013; Henderson, 1987; Ortiz López, 2011). Este último factor cobra especial relevancia en tanto y en cuanto, las colecciones osteológicas almacenadas por un largo período de tiempo pueden encontrarse en condiciones de conservación y preservación que no son óptimas (Calderón, 2004; Fernández et al., 2017). El biodeterioro de los restos óseos se ve favorecido por el accionar de factores ambientales, principalmente por la temperatura y la humedad del lugar de guardado de las colecciones, sumado a la manipulación y al modo de almacenamiento. Por tal motivo, las condiciones deben ser las adecuadas,

ya que, de no serlas puede producirse un ambiente en el cual se propicia el desarrollo de microorganismos, tales como bacterias y hongos, que alteran la apariencia y consistencia de los restos óseos, afectando a los niveles de preservación de los restos en cuestión (Calderón, 2004; Fernández et al., 2017; Dibernardi et al., 2021).

De este modo, realizar estudios tafonómicos para identificar procesos *postmortem* es necesario para poder diferenciar estos procesos de aquellos que ocurrieron durante la vida de los individuos bajo estudio. Las interpretaciones tafonómicas deben realizarse previamente a los estudios bioarqueológicos a los fines de identificar pseudopatologías y no derivar en interpretaciones incorrectas acerca de aspectos claves tales como el estado de salud y enfermedad y los niveles de estrés mecánico y uso del cuerpo de los individuos integrantes de poblaciones que nos precedieron (Pérez, 2006).

Pasos para el relevamiento de la porosidad

Como se ha dicho en el apartado anterior, es de vital importancia llevar adelante el registro del contexto de hallazgo, la modalidad de entierro, la integridad anatómica del esqueleto, entre otros. Luego, en el marco de un estudio paleopatológico es necesario identificar al elemento anatómico que exhibe algún tipo de lesión, la zona del elemento óseo donde se observa la lesión (*e.g.* superficies articulares y zonas de inserción muscular), el estado de fusión, la presencia de otras modificaciones y el estado de preservación general de los huesos que articulan con el elemento óseo afectado en cuestión. Esto último refiere a la importancia de analizar un esqueleto humano en su conjunto, entendido como una totalidad, ya que la presencia de lesiones en dos elementos óseos o superficies articulares anexas pueden llevar a descartar su origen postdeposicional y/o incrementar la probabilidad de que las lesiones observadas sean resultado de efectos patológicos.

Siguiendo a Ortner (2003, 2019) y a Waldron (2009) se lleva adelante la diferenciación entre rasgos tafonómicos y procesos patológicos a partir de los siguientes criterios: a) los procesos destructivos *antemortem* tienden a exhibir bordes lisos o redondeados, mientras que los cambios *postmortem* exhiben cambios bruscos, irregulares y bordes dentados; b) la mayoría de las lesiones destructivas *antemortem* mostrarán evidencia de actividad osteoblástica, en algún lugar en la alteración, normalmente expresada como un borde redondeado en la zona destruida o la formación de nuevo hueso en los bordes de dicha alteración (Ortner, 2003, 2019); c) el proceso erosivo de los huesos, resultado de una condición patológica, exhibe la destrucción del cortical, la sublimación de los bordes, las trabéculas están expuestas y presenta crestas afiladas; y d) la coloración del margen de una alteración *postmortem* suele tener una coloración más clara que la

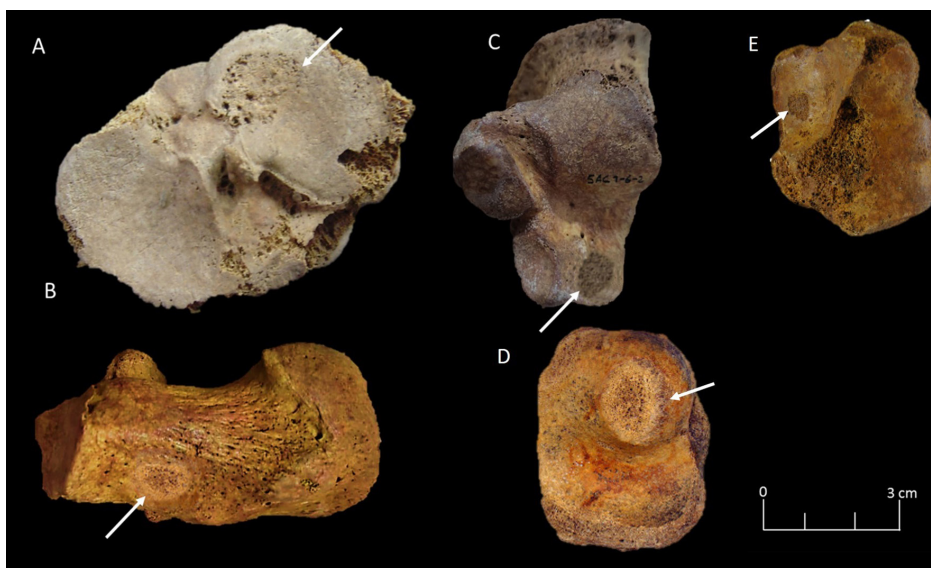


Figura 5. Ejemplos de erosión y porosidad causados por procesos tafonómicos en restos óseos humanos (A-C) y en restos faunísticos (D-E). A) Erosión en la meseta tibial de la tibia derecha (cóndilo lateral), B) Erosión en calcáneo derecho, C) Erosión en calcáneo izquierdo, D) Erosión en navicular de *Eremotherium laurillardii*, y E) Erosión en el metacarpo IV de *Eremotherium laurillardii*. (A-C son elementos óseos provienen de la muestra osteológica de la cuenca del lago Salitroso, Santa Cruz. Imágenes de la autora. D-E imágenes extraídas de Souza Barbosa et al., 2019).

Figure 5. Examples of erosion and porosity in human skeletal remains (A-C) and in faunal remains (D-E) caused by taphonomic processes. A) Erosion on the tibial plateau of the right tibia (lateral condyle), B) Erosion on the right calcaneus, C) Erosion on the left calcaneus, D) Erosion on the navicular of *Eremotherium laurillardii*, and E) Erosion in metacarpal IV of *Eremotherium laurillardii* (A-C are bone elements from the osteological sample from the Salitroso Lake basin, Santa Cruz. Images by the author. D-E images extracted from Souza Barbosa et al., 2019).

de la superficie ósea del cortical (Ortner, 2019; Waldron, 2009). No obstante, debe aclararse en este último punto que la distinción de los momentos de ocurrencia es una tarea compleja, no pudiendo ser posible la identificación de tales diferencias, ya que con el paso del tiempo las coloraciones de la superficie ósea se homogenizan (González, 2013; Henderson, 1987).

En síntesis, es fundamental dar cuenta del estado del tejido óseo bajo análisis, ya que este incide en la capacidad de accionar de diversos agentes y efectos tafonómicos y, por lo tanto, dar cuenta de si el mismo tiene mayor potencial de haber sido afectado estructuralmente por diversos agentes tafonómicos (de Souza Barbosa et al., 2019; Henderson, 1987; González, 2013; Pérez, 2006). En la figura 5 pueden observarse casos de ejemplos de elementos óseos humanos (A-C) y faunísticos (D-E) provenientes de distintos contextos arqueológicos que manifiestan alteraciones en el cortical de hueso, cuyas causas han sido atribuidas a efectos tafonómicos.

A los fines de realizar la diferenciación previamente detallada, en una primera instancia se debe realizar la limpieza cuidadosa de los elementos óseos, preferentemente en seco y con un cepillo fino, para no romper el material óseo que puede exhibir un estado friable. Sin embargo, es recomendable no eliminar por completo la presencia de ciertos materiales en la superficie ósea tal como es el caso de las raíces y restos

vegetales varios, dada la importancia de la información que puede brindar su hallazgo. Cumplido este paso, se debe proceder a una observación macroscópica a ojo desnudo, e idealmente también una evaluación microscópica o con aumentos utilizando lupas (de Souza Barbosa et al., 2019; Pérez, 2006). Dicho análisis puede favorecer a la identificación de remodelaciones óseas en vida, la presencia de elementos extraños, tales como fragmentos de materias primas líticas, sedimentos, que pueden permitir descartar el rol de determinados agentes causales de la lesión/efecto identificado en un elemento óseo (Gutiérrez y Kaufmann, 2007). A su vez, resulta de utilidad fotografiar a los elementos óseos que exhiben potenciales rasgos patológicos y/o lesiones de carácter no patológico ya que permite registrar dicha alteración y compararlos con elementos óseos pertenecientes a un individuo analizado previamente. Así, se podrá constatar si se trata de un rasgo normal, una alteración tafonómica, o si por el contrario es una lesión a ser analizada bajo una perspectiva bioarqueológica. Finalmente, el uso de radiografías puede contribuir a la diferenciación e identificación de las lesiones observadas ya que, en el caso de la porosidad, estas permiten identificar erosiones y reacciones en el hueso perióstico, indicativas de una condición patológica (Pérez, 2006).

Investigaciones previas han realizado sistematizaciones de las características de manifestación de la porosidad hallada en individuos con lesiones paleopatológicas

(Sofaer Derevenski, 2000; Mazza, 2015). Sin embargo, dicha modificación no se encuentra adecuadamente tipificada en la literatura, y por lo tanto aquí se buscó establecer una serie de pasos, utilizando cuantificaciones presentadas en investigaciones anteriores (Sofaer Derevenski, 2000; Mazza, 2015).

En casos en los cuales se observa la presencia tanto de abrasión como de erosión en la superficie articular del hueso, estos rasgos pueden simular lesiones presentes en condiciones patológicas que producen la destrucción del tejido óseo tal como es el caso de la osteoartritis (Ortner, 2003; Waldron, 2009). Sin embargo, aunque la presencia de ambos rasgos en la superficie articular pueden simular la erosión subcondral del elemento óseo, la ausencia de una superficie lisa y redondeada permite identificar su causa como resultado de un proceso tafonómico (Ortner, 2003; Waldron, 2009). De esta forma, se deberán tener en cuenta la extensión y el patrón de la porosidad relevada, así como la apariencia y la textura de la superficie articular relevada, a los fines de diagnosticar si las alteraciones y rasgos bajo estudio corresponden a un efecto tafonómico o a una condición patológica.

Conclusiones

Los restos óseos experimentan diversas alteraciones tanto de la superficie de la estructura, como de la composición de los huesos resultado del accionar de diferentes agentes y procesos tafonómicos (Lyman, 1994; Ortner, 2003, 2019). En estas modificaciones pueden observarse falsas imágenes patológicas, dando lugar a interpretaciones erróneas (Campillo, 1993, 2003; Cheuiche Machado, 2006; de Souza Barbosa et al., 2019; González, 2013; Ortner, 2003, 2019; Pérez, 2006; entre otros).

Por tal motivo, los estudios de los restos óseos deben ser realizados de manera holística, considerando al esqueleto humano en su totalidad y teniendo en cuenta todos los contextos bajo los que estuvieron expuestos desde el momento de su depositación. De ello se desprende, que las investigaciones paleopatológicas deben tener en consideración a los estudios tafonómicos, a los fines de identificar posibles alteraciones postdeposicionales y sus agentes causales. Tales estudios tienen el fin de diferenciar los rasgos patológicos y lesiones no patológicas de aquellas modificaciones de naturaleza tafonómica, y así reducir el grado de error en las interpretaciones y los problemas de equifinalidad. Estos se realizan fundamentalmente a partir del análisis macroscópico de las alteraciones presentes en el tejido óseo (Ortner, 2019). Sin embargo, existen casos cuyas alteraciones constituyen un desafío para el observador, independientemente de su experiencia, y por lo tanto, se recurre al uso de métodos complementarios tales como la radiología y la microscopía electrónica, los cuales permiten una observación con mayor grado de detalle. Cabe destacar, que las imágenes deben

ser analizadas cuidadosamente a los fines de evitar diagnósticos incorrectos, ya que procesos tafonómicos y diagenéticos, tales como el ingreso de sedimentos en los elementos óseos pueden alterar la visualización de áreas diagnósticas, las cuales pueden lucir opacas en las imágenes radiográficas (Ortner, 2019).

En relación con esto, considero que es necesario continuar desarrollando métodos de identificación a los fines de continuar visibilizando la importancia de evaluar la presencia de efectos tafonómicos en los restos óseos bajo estudio previo a realizar el diagnóstico diferencial en el marco de los estudios de salud y enfermedad. Algunos métodos alternativos para la investigación de pseudopatologías en restos óseos humanos son el uso de imágenes 3D de alta resolución y la tomografía micro-computada (micro-CT o μ CT) (Odes et al., 2015).

Por último, llevar adelante un programa experimental brindaría información clave para contribuir al conocimiento de los efectos tafonómicos sobre los restos hallados en contextos funerarios y su implicancia en los estudios patológicos. Sin embargo, debido a conflictos éticos es sumamente difícil generar un método de análisis experimental con restos óseos humanos y, por lo tanto, resulta dificultoso realizar testeos experimentales sobre dicho material.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires,
16 de diciembre 2021

Agradecimientos

Agradezco al cuerpo docente que integra el Seminario de posgrado "Introducción a la Tafonomía y Procesos de Formación de Sitios": Dra. María Gutiérrez y el Dr. Cristian Kaufmann por sus comentarios y orientación. Este se llevó adelante en el marco de la elaboración del trabajo final del seminario y fue realizado a partir del subsidio UBACYT 20020170100150BA (2018-2020) dirigido por Rafael Goñi y una beca doctoral CONICET. Agradezco a los revisores por sus comentarios y sugerencias que enriquecieron este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Andrews, P. (1990). *Owls, caves and fossils*. University of Chicago Press.
- Andrews, P. y Fernández-Jalvo, Y. (2012). How to Approach Perimortem Injury and Other Modifications. En S. Lynne (Ed.), *Forensic Microscopy for Skeletal Tissues: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology* (pp. 191-225). Springer.
- Aufderheide, A.C. y Rodríguez-Martin, C. (1998). *The Cambridge Encyclopedia of Human*

- Paleopathology*. Cambridge University Press.
- Barbe, M., Driban, J., Barr, A., Popoff, S. y Safadi, F. (2009). Structure and Function of Joints. En J. Khurana (Ed.), *Bone Pathology* (pp. 51-61). Human Press.
- Bartosiewicz, L. (1999). Animal bones from the Cochabamba Valley, Bolivia. En J. Gyarmati y A. Varga (Eds.), *The Chacaras of War. An Inka site estate in the Cochabamba Valley, Bolivia* (pp.101–109). Museum of Ethnography.
- Bartosiewicz, L. (2008). Taphonomy and palaeopathology in archaeozoology. *Gaobios*, 41, 69-77. http://math.unife.it/interfacolta/lm.preistoria/insegnamenti/archeozoologia-1/materiale-didattico/a-a-2013-2014/presentazioni-8-13-14-gennaio/13-gennaio/bartosiewicz-2008_geobios.pdf
- Benjamin, M. y McGonagle, D. (2001). The anatomical basis for disease localisation in seronegative spondyloarthropathy at entheses and related sites. *Journal of Anatomy*, 199, 503-526. doi: 10.1046/j.1469-7580.2001.19950503.x
- Benjamin, M. y Ralphs, J. R. (1998). Fibrocartilage in tendons and ligaments. An adaptation to compressive load. *Journal of Anatomy*, 193(4), 481-494. <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.1998.19340481.x>
- Benjamin, M., Kumai, T., Milz, S., Boszczyk, B. M., Boszczyk, A. A. y Ralphs, J. R. (2002). The skeletal attachment of tendons—tendon “entheses”. *Comparative biochemistry and physiology. Molecular & integrative physiology*, 133(4), 931-945. doi:10.1016/s1095-6433(02)00138-1
- Bridges, P. (1991). Degenerative Joint Disease in Hunter-Gatherers and Agriculturalists from the Southeastern USA. *American Journal of Physical Anthropology*, 85(4), 379-391. doi:10.1002/ajpa.1330850403
- Burt, N., Semple, D., Waterhouse, K. y Lovell, N. (2013). Identification and Interpretation of Joint Disease. En C. Thomas (Ed.), *Paleopathology and Forensic Anthropology*. Charles C Thomas Publisher, LTD.
- Calderón, M. (2004). Caracterización y tratamiento de microorganismos bioindicadores de contaminación y deterioro en restos óseos humanos custodiados por el Laboratorio de Antropología Física de la Universidad Nacional (Colombia). *Exhumar*, 1, 101-112.
- Campillo Valero, D. (1993). *Paleopatología: los primeros vestigios de la enfermedad*. Fundación Uriach 1838.
- Campillo Valero, D. (2003). Pseudopatología. *Cuadernos de Arqueología*, 11, 71-79. <https://revistas.unav.edu/index.php/cuadernos-de-arqueologia/article/view/27766>
- Cheuiche Machado, L. (2006). Tafonomía humana: algunos problemas e interpretaciones en la arqueología funeraria. *Boletín del Instituto Brasileño de Arqueología*, 12, 82-92.
- Child, A. M. (1995). Microbial taphonomy of archaeological bone. *Studies in Conservation*, 40(1), 19-30. doi: 10.1179/sic.1995.40.1.19
- Dewey, J. K. (2018). *Evaluating enthesal changes from a commingled and fragmentary population: Republic Groves*. [Tesis doctoral, Florida Atlantic University]. <https://fau.digital.flvc.org/islandora/object/fau%3A40796>
- De Souza Barbosa, F., Madeiros da Silva, L. y de Araújo-Júnior, H. (2019). Differentiating taphonomic and paleopathological features in Vertebrate Paleontology: a study case with Quaternary mammals. *Paläontologische Zeitschrift*, 94(5), 595–601. Doi: 10.1007/s12542-019-00495-6
- Dibernardi, M, García Guraieb, S. y Fernández, M. J. (2021). Conservación preventiva y plan de gestión de una colección osteológica del Centro-oeste de Santa Cruz. En *Libro de Resúmenes XI Jornadas Arqueología de la Patagonia*. https://xijap2021.cl/wp-content/uploads/2021/11/Libro-resumenes-XIJAP_2021.pdf
- Dutour, O. (1992). Activités physiques et squelette humain: le difficile passage de l'actuel au fossile. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris n.s.*, 4(3), 233-241. doi: 10.3406/bmsap.1992.2319
- Drake, R., Vogl, L. y Mitchell, A. (2010). *Gray's anatomy for students*. Churchill Livingstone Elsevier.
- Etxeberria, F. (1991). Pseudopatología en restos humanos de época prehistórica en el País Vasco. *Kobie (SeriePaleoantropología)*, 19, 23-27. <https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/04/ondarea/Kobie/>
- Fernández, M. J., Dibernardi, M, García Guraieb, S. y Goñi, R. (2017). Primeros pasos en la conservación preventiva de la colección de restos humanos del lago Salitroso (Holoceno tardío, Santa Cruz). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano – Series Especiales* 5(2), 17-31. <http://hdl.handle.net/11336/73080>
- Fernández-Jalvo, Y. y Andrews, P. (1992). *Atlas of Taphonomic Identifications*. Springer.

- Fernández-Jalvo, Y. y Andrews, P. (2003). Experimental Effects of Water Abrasion on Bone Fragments. *Journal of Taphonomy*, 1(3), 147-163.
- Fernández-Jalvo, Y. y Andrews, P. (2016). *Atlas of Taphonomic Identifications*. Springer.
- Galligani, P., Feuillet Terzaghi, R y Barrientos, G. (2015). Los entierros humanos del sitio Río Salado-Coronda II: una aproximación tafonómica a los procesos de modificación ósea posdeposicional en el centro-este de la provincia de Santa Fe, República Argentina. *Intersecciones en Antropología*, 17, 187-200. <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1025>
- Gil Pitarch, P., Miquel Feucht, M. J., Negre Muñoz, M. C., Polo Cerda, M. y Villalain Blanco, J.D. (2001). Pseudopatología tafonómica en restos óseos arqueológicos. En J.A. Sánchez (Ed). *Actas del V Congreso Nacional de Paleopatología* (pp. 295-301). Asociación Española de Paleopatología.
- González, M. (2013). Procesos de formación y efectos tafonomicos en entierros humanos: el caso del sitio Paso Alsina 1 en Patagonia Nororiental Argentina. *Magallania*, 41(1), 133-154. Doi: 10.4067/S0718-22442013000100007
- Gordon, F. (2009). Tafonomía humana y lesiones traumáticas en colecciones de museos. Evaluación en cráneos del noreste de Patagonia. *Intersecciones en Antropología*, 10(1), 27-41. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-373X2009000100003&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- Gutiérrez, M. A. y Kaufmann, C. A. (2007). Methodological Criteria for the Identification of Formation Processes in Guanaco (Lama guanicoe) Bone Assemblages in Fluvial-Lacustrine Environments. *Journal of Taphonomy* 5(4), 151-176. https://www.researchgate.net/publication/254257388_Methodological_Criteria_for_the_Identification_of_Formation_Processes_in_Guanaco_Lama_guanicoe_Bone_Assemblages_in_Fluvial-Lacustrine_Environments
- Gutierrez, A., Nociarová, D., Malgosa, A. y Armentano, N. (2016). Comparación de los efectos tafonómicos observados en dos estructuras funerarias de espacio vacío. *Revista Española Medicina Legal*, 42(3), 98-104. <http://dx.doi.org/10.1016/j.reml.2016.03.002>
- Hawkey, D., y Merbs, C. (1995). Activity induced musculoskeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among ancient Hudson Bay Eskimos. *International Journal of Osteoarchaeology*, 5(4), 324-338. Doi: 10.1002/oa.1390050403
- Henderson, J. (1987). Factors determining the state of preservation of human remains. En A. Boddington, A. N. Garland y R. C. Janaway (Eds). *Death, Decay and Reconstruction. Approaches to Archaeology and Forensic Science* (pp. 43-54). Manchester University Press.
- Henderson, C. Y., Mariotti, V., Pany Kucera, D., Villotte, S. y Wilczak, C. (2015). The new 'Coimbra Method': A biologically appropriate method for recording specific features of fibrocartilaginous enthesal changes. *International Journal of Osteoarchaeology*, 26(5), 925-932. Doi: 10.1002/oa.2477
- Henderson, C. Y., Wilczak, C. y Mariotti, V. (2016). Commentary: An update to the new Coimbra method for recording enthesal changes. *International Journal of Osteoarchaeology*, 27(3), 521-522. Doi: 10.1002/oa.2548
- Henderson, C. Y., Mariotti, V., Santos, F., Villotte, S. y Wilczak, C. A. (2017). The new Coimbra method for recording enthesal changes and the effect of age-at death. *BMSAP*, 29(3-4), 140-149. Doi: 10.1007/s13219-017-0185-x
- Jurmain, R. (1977). Stress and the Etiology of Osteoarthritis. *American Journal of Physical Anthropology*, 46(2), 353-366. Doi: 10.1002/ajpa.1330460214
- Jurmain, R. (1980). The Pattern of Involvement of Appendicular Degenerative Joint Disease. *American Journal of Physical Anthropology*, 53(1), 143-150. Doi: 10.1002/ajpa.1330530119.
- Jurmain, R. y Villotte, S. (2010). Terminology. Entheses in medical literature: a brief review. *Workshop in Musculoskeletal Stress Markers (MSM): Limitations and Achievements in the Reconstruction of Past Activity Patterns*. https://www.uc.pt/en/cia/msm/MSM_terminology3.pdf
- Jurmain, R., Alves Cardoso, F., Henderson, C. Y. y Villotte, S. (2012). Bioarchaeology's holy grail: the reconstruction of activity. En A. L. Grauer (Ed.), *A Companion to Paleopathology*. Chichester.
- Kennedy, K. A. R. (1989). Skeletal markers of occupational stress. En M. Y. Iscan y Kennedy, K. A. R. (Eds.), *Reconstruction of life from the skeleton* (pp.129-160). Wiley-Liss.
- Klaus, H. D. y Lynnerup, N. (2019). Abnormal Bone: Considerations for Documentation, Disease Process Identification, and Differential Diagnosis. En J. E. Buikstra (Ed), *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains* (pp. 59-87). Academic Press.
- Lieverse A., Weber, A., Bazaliiskiy, V., Goriunova, O. y Savel'ev, N. (2007). Osteoarthritis in Siberia's Cis-Baikal: Skeletal Indicators of Hunter-Gatherer Adaptation and Cultural Change. *American Journal of Physical Anthropology*, 132(1), 1-16. Doi: 10.1002/ajpa.20479.

- Lieverse A., Mack, B., Bazaliiskiy, V. y Weber, A. (2016). Revisiting osteoarthritis in the Cis-Baikal: Understanding behavioral variability and adaptation among middle Holocene foragers. *Quaternary International*, 405(B), 160-171. Doi: 10.1016/j.quaint.2015.03.019
- Luna, L., Aranda, C. y Amorim Alves, A. (2017). Reflexiones sobre el relevamiento y análisis comparativo de patologías osteoarticulares en restos esqueléticos humanos. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 19(1), 1-8. Doi: 10.17139/raab.19.1.8
- Luna, L., Aranda, C., Santos, A., Donoghue, H, Lee, O., Ho Tin Wu, H., Singh Besra, G., Minnikin, D., Llewellyn, G., Williams, C. y Ratto, N. (2020). Oldest evidence of tuberculosis en Argentina: A multidisciplinary investigation in an adult male skeleton from Saujil, Tinogasta, Catamarca (905-1030 CE). *Tuberculosis*, 125, 1-13. Doi: 10.1016/j.tube.2020.101995
- Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press.
- Lyman, R.L. (2004). The concept of equifinality in taphonomy. *Journal of Taphonomy*, 2, 15-26.
- Manchester, K., Ogden, A. y Storm, R. (2016). *Nomenclature in Palaeopathology*. *Paleopathology Association Newsletter*. <https://paleopathologyassociation.wildapricot.org/resources/Documents/Nomenclature%20in%20Palaeopathology%20Web%20Document.pdf>
- Odes, E., Randolph-Quinney, P., Parkinson, A., Zipfel, B., Hoffman, J., de Beer, F., Bonny, H. y Berger, L. (2015). Use of micro-computed tomography in the investigation of pseudopathology on the skeleton of StW431 (*Australopithecus africanus*) from Sterkfontein Cave, Cradle of Humankind. *Actas de European and South African Partnership on Heritage and Past Conference*. University of Pretoria.
- Ortiz López, A. (2011). Los procesos tafonómicos en la formación de los depósitos funerarios. *Estrat Critic*, 5(1), 452-460. <https://raco.cat/index.php/EstratCritic/article/view/255255>
- Ortner, D.J. (2003). Methods used in the analyses of skeletal lesions. En D.J. Ortner (Ed.), *Identification of pathological conditions in human skeletal remains* (pp. 45–64). Academic Press.
- Ortner, D. J. (2019). *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Academic Press.
- Pérez, P. (2006). The paleopathological and taphonomical context in human evolution and its records. *International Congress Series*, 1296, 23-40. Doi: 10.1016/j.ics.2006.03.050
- Quintana, J. y Alesan, A. (2003). Métodos de recuperación, tratamiento y preparación de los restos humanos. En A., Isidro y Magosa, A (Eds.), *Paleopatología. La enfermedad no escrita*. Editorial Masson.
- Rogers, J., Waldron, T., Dieppe, P., y Watt, I. (1987). Arthropathies in Palaeopathology: The Basis of Classification according to Most Probable Cause. *Journal of Archaeological Science*, 14, 179-193. Doi: 10.1016/0305-4403(87)90005-7
- Rogers, J. y Waldron, T. (1995). *A Field Guide to Joint Disease in Archaeology*. John Wiley & Sons.
- Rojas-Sepúlveda, C., Ardagna, Y. y Dutour, O. (2008). Paleoepidemiology of vertebral degenerative disease in pre-columbian Muisca series from Colombia. *American Journal of Physical Anthropology*, 135, 416-430. Doi: 10.1002/ajpa.20762
- Santos, A. L., Alves Cardoso, F., Assis, S. y Villotte, S. (2011). The Coimbra workshop in musculoskeletal stress markers (MSM): An annotated review. *Antropologia Portuguesa*, 28, 135-161. Doi: 10.14195/2182-7982_28_5
- Smith, A.M. y Nelson, C.S. (2003). Effects of early sea-floor processes on the taphonomy of temperate shelf skeletal carbonate deposits. *Earth-Science Reviews*, 63, 1–31.
- Villotte, S., Assis, S., Alves Cardoso, F., Henderson, C. Y., Mariotti, V., Milella, M., Pany Kucera, D., Speith, N., Wilczak, C. y Jurmain, R. (2016). In search of consensus: terminology for enthesal changes (EC). *International Journal of Paleopathology*, 13, 49-55. Doi:10.1016/j.ijpp.2016.01.003
- Sofaer Derevenski, J. (2000). Sex Differences in Activity-Related Osseous Change in the spine and the gendered division of labor at Ensay and Wharram Percy, UK. *American Journal of Physical Anthropology*, 111(3), 333–354. Doi: 10.1002/(SICI)1096-8644(200003)111:3<333::AID-AJPA4>3.0.CO;2-K
- Tortora, G., y Derrickson, B. (2010). *Introduction to the human body - the essentials of anatomy and physiology*. John Wiley.
- Villotte, S. y Knüsel, C. (2013). Understanding enthesal changes: definition and life course changes. *International Journal of Osteoarchaeology*, 23, 135-146. Doi: 10.1002/oa.2289
- Waldron, T. (2009). *Paleopathology*. Cambridge University Press.
- Wells, C. (1967). Pseudopathology. En D. Brothwell y A.T. Sandison (Eds.), *Diseases in Antiquity* (pp. 5-19). Thomas.