

# ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA

VOLUMEN XVII (2)

Editores

Bernardo Adrián Robles Aguirre

Maía Elena Sáenz Faulhaber

Liliana Torres Sanders



Instituto Nacional  
de Antropología  
e Historia



**CONACULTA**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS  
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA  
MÉXICO 2015

# LOS APORTES DE LOS MARCADORES DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LA IDENTIFICACIÓN HUMANA: REVISIÓN DE PROPUESTAS METODOLÓGICAS

Bárbara Lizbeth García-Barzola<sup>a</sup> y Paulina  
Elizabeth Hernández López<sup>b</sup>

<sup>a</sup>*Posgrado de Antropología Física, Escuela Nacional de Antropología e Historia*

<sup>b</sup>*Laboratorio de Antropología Física, Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad  
Nacional Autónoma de México*

## RESUMEN

Actualmente México atraviesa por un periodo de violencia social que ha tenido como consecuencia la muerte de más de 23 mil personas en los primeros 14 meses del gobierno del presidente Enrique Peña Nieto (Zeta 2014). De éstos, menos de la mitad se han identificado positivamente. Los antropólogos forenses laboran en la obtención de datos; sin embargo, los esfuerzos no han sido completamente exitosos, ya que los métodos y los datos empleados son insuficientes. Por tal motivo es necesario evaluar otros métodos que incidan en la optimización de la información complementaria de la calidad del perfil biológico para el reconocimiento de los individuos desconocidos.

Se llevó a cabo la revisión de los métodos y el compendio de los indicadores de mayor utilidad para el análisis e interpretación de los marcadores de estrés por actividad física que forman parte de la reconstrucción del perfil biológico para su aplicación en la identificación forense, con lo que se determinó qué tipo de información es posible recabar e interpretar a partir de los datos obtenidos. A manera de prueba se procedió a revisar a un individuo de la Colección-UNAM, se realizaron la observación y el registro de los datos enlistados para su análisis e interpretación. A partir de la reflexión sobre su utilidad y alcances se obtuvo información valiosa para el ámbito forense.

**PALABRAS CLAVE:** Marcadores de estrés músculo-esquelético, antropología forense, identificación.

## ABSTRACT

Mexico currently is going through a period of social violence that has resulted in the death of thousands of people, more than 23 thousand people in the first 14 months of the gov-

ernment of President Enrique Peña Nieto (Zeta 2014), of which less than half has been positively identified. Forensic Anthropologists are working to obtain data for this purpose, however the efforts have not been completely successful, since the methodologies and data used are inadequate; for that reason it is necessary to evaluate other methods to obtain complementary data to improve the biological profile of unknown individuals.

This paper conducted a review of the methods and created a compendium of the indicators most useful for the analysis and interpretation of stress activity markers as part of the reconstruction of the biological profile for application in the forensic identification, and thereby determined which type of information it is possible to collect and how it could be interpreted.

As an example, we studied one skeletal from the UNAM Collection, performing the observation and registration of all the data listed for analysis and interpretation, concluding valuable information for the forensic field, since the reflection of their usefulness and reaches.

KEYWORDS: Musculoskeletal stress markers, Forensic Anthropology, identification.

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales tareas del antropólogo forense es identificar a los fallecidos en calidad de desconocidos mediante la reconstrucción de un perfil biológico a partir del análisis de sus restos óseos. Para ello, de manera tradicional, se necesitan los datos de sexo, edad, estatura, afinidad biológica, patologías y traumas. Sin embargo, las labores de identificación humana tradicionalmente le dan prioridad a los cuatro primeros.

Con el propósito de aportar mayor información para la individualización y caracterización, así como para el cotejo con los datos de búsqueda relacionada, es necesario poner mayor atención a los hallazgos que complementan y estrechan las posibilidades de lograr una identificación positiva. Aquí es donde adquieren importancia los marcadores de estrés por actividad física, ya que con ellos es posible recuperar información complementaria, por ejemplo, la biomecánica, la hemidominancia corporal, el *habitus* y la postura del sujeto. De esta manera se enriquece el perfil biológico de las personas fallecidas sin identificar.

Para la reconstrucción detallada del perfil biológico en los casos forenses es necesario evaluar los métodos, alcances y limitaciones de los marcadores de estrés por actividad física comúnmente utilizados. Este es el motivo que da lugar a la presente investigación, la cual se basa en una revisión teórico-práctica de dichos marcadores. De esta manera se optimizará la calidad de los datos que se utilizan en el proceso de identificación forense y se mejorará el trabajo y las

herramientas que los peritos antropólogos emplean en sus labores diarias relacionadas con la aplicación y procuración de justicia.

Después de la recopilación de los indicadores de mayor frecuencia utilizados en la estimación de ciertas actividades, a manera de prueba piloto, éstos fueron aplicados en el análisis de un esqueleto, lo que permitió realizar un ejercicio de interpretación de los datos obtenidos con el interés de responder a interrogantes como: ¿cuáles son los indicadores más utilizados?, ¿de ellos, cuáles son los mejores para el análisis forense?, ¿cómo se ha llevado a cabo el registro, análisis e interpretación de la información? y ¿cuál es el alcance interpretativo de la información obtenida en el ámbito forense? Así, se planteó una forma de interpretar la información para mejorar el proceso de construcción del diagnóstico.

#### ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y DESARROLLO DE LOS MARCADORES DE ACTIVIDAD FÍSICA

En el ámbito antropológico la descripción de las modificaciones óseas atribuidas a la adopción de posiciones o a la realización de actividades tomó fuerza a partir la década de los setentas debido a que aportaba información para el análisis de las actividades desarrolladas en la vida cotidiana (Alfaro 2002; Chiavazza y Mansegosa 2008; Medrano 1999; Niinimäki 2012; Steen y Lane 1998), como: la reconstrucción de los patrones de subsistencia de las poblaciones antiguas y sus cambios, por ejemplo, de cazadores-recolectores a agricultores (Alfaro 2008; Molnar 2006; Peterson y Hawkey 1998), estudios de la organización social (García 2001; Giannisis 2006), datos relacionados con lesiones por las actividades y la intensidad con que eran realizadas (Hawkey 1998; Medrano 2001). En antropología forense se han analizado las marcas de actividad sin otorgarles el valor que ameritan. Lawrence (en Kennedy 1983), Ronchese (1948) y Kennedy (1983) fueron los pioneros en utilizar este tipo de información en la identificación de restos humanos contemporáneos.

En los primeros estudios se empleaba el término *marcadores de estrés ocupacional* (MOS, por sus siglas en inglés), que abarcaba todos los cambios que el estrés de una actividad específica producía en el esqueleto humano (Kennedy 1983, 1989, 1998; Ronchese 1948). Los indicadores utilizados se referían a los patrones de distribución osteoartrítica, pero debido a que los procesos osteoartríticos no sólo se relacionaban con las actividades realizadas en vida sino también con procesos patológicos o degenerativos propios de la edad, los investigadores comenzaron a tomar en cuenta otros que pudieran ayudar a la reconstrucción de los patrones

de actividad (Galtés *et al.* 2007; Hawkey y Merbs 1995; Kennedy 1989, 1998; Larsen 1997; Malgosa 2003; Medrano 2003; Niño 2005).

Así, surgió el concepto de *entesopatías* (Doutour 1986), las cuales se refirieron a las modificaciones óseas presentes en los puntos de inserción de músculos o ligamentos, causadas por hiperactividad de los músculos. Se originan por el aumento de tensión en los sitios de inserción muscular y se manifiestan como elevaciones o depresiones, lo que permite que se expresen en forma de crestas, pozos, rugosidades o exostosis (Doutour 1986: 221). A partir de varias investigaciones se encontró que las principales entesopatías se presentaban en los huesos largos. Estos análisis se han intentado relacionar con actividades específicas, como la exostosis del epicóndilo medial del húmero en jugadores de golf o lanzadores de jabalina al hiperflexionar el brazo (Doutour 1986: 222). Sin embargo, las entesopatías son una expresión patológica de la que aún existen muchas interrogantes sobre su etiología, ya que también se pueden producir modificaciones esqueléticas por procesos patológicos, como acromegalia o hiperparatiroidismo, fluorosis, hiperostosis esquelética difusa idiopática (DISH), deposición de cristales (pirofosfato de calcio) que accionan la calcificación de los ligamentos y tendones; por procesos degenerativos como en la osteoartritis y en respuesta a estímulos inflamatorios, como trauma y sobrepeso entre las causas más comunes, por lo que se requiere de gran experiencia y cuidado en el análisis e interpretación durante los estudios de marcadores por actividad (Capasso *et al.* 1999; Cardoso y Henderson 2010; Havelková *et al.* 2013; Havelková y Villotte 2007; Mariotti *et al.* 2004; Medrano 2003; Schlecht 2012; Villotte *et al.* 2010).

Otros marcadores de estrés por actividad son el desgaste dental asimétrico, los cambios morfológicos de carácter funcional, las fracturas por sobrecarga, los cambios en la arquitectura del hueso, las osificaciones y calcificaciones, los cambios a nivel de las inserciones musculares y de los tendones, las asimetrías y las facetas extras (Medrano 1999, 2006; Molleson 1994, 2007; Niinimäki 2012; Valenzuela Jiménez 2007; Villotte 2006; Wilczak 1998).

Debido a la diversidad de interpretaciones posibles es necesario conocer algunas características inherentes al tejido óseo, como la respuesta a las fuerzas musculares generadas durante el movimiento, que modifica su morfología a partir de los procesos de remodelación ósea, permitiendo un reajuste en su estructura que distribuye la fuerza para que el esqueleto pueda resistir sin consecuencias perjudiciales las actividades del cuerpo; este mismo proceso conlleva a la formación de los marcadores de estrés relacionados con la actividad (Galtés *et al.* 2007; Hawkey y Merbs 1995; Kennedy 1989; Larsen 1997; Malgosa

2003; Molleson 1994). Estas respuestas tisulares dificultan la atribución de una determinada lesión a una acción concreta, por lo que no es suficiente analizar e interpretar las lesiones o señales en el hueso; además de que estos marcadores están influenciados por las características individuales y condiciones de salud previas (Alfaro 2002; Cardoso y Henderson 2013; Churchill y Morris 1998; Doutour 1986; Galtés *et al.* 2007; García 2001; Hawkey y Merbs 1995; Hawkey 1998; Kennedy 1989, 1998; Larsen 1997; Malgosa 2003; Medrano 1999, 2003; Molleson 1994; Robb 1998; Stirland 1998; Valenzuela 2010; Wilczak 1998), consideraciones que deben tomarse en cuenta durante el análisis e interpretación de los hallazgos esqueléticos en los casos forenses.

Es de gran importancia tomar en cuenta todas las fuentes de información posible (documental y de contexto) para generar una propuesta en la interpretación de la información relacionada con las actividades físicas, ocupacionales, hemidominancia corporal, *habitus* y posturas (Acosta 2012; Alfaro 2002, 2008; Cabrera 2010; Capasso *et al.* 1999; De la Cruz 2009; Doutour 1986; Flores 2010; Galtés *et al.* 2007; García 2001; Hawkey y Merbs 1995; Kennedy 1998; Larsen 1997; Malgosa 2003; Medrano 1999; Molleson 1994, 2007; Quevedo 2000; Wanner *et al.* 2007).

De igual modo, se debe considerar la susceptibilidad del hueso que como cualquier otro tejido vivo responde a los estímulos físicos y fisiológicos generados por las condiciones variables en el ambiente, ya que a lo largo de la vida se adapta a las demandas mecánicas ejercidas sobre él, en respuesta al movimiento inducido por los grupos musculares (Capasso *et al.* 1999; Chamay y Tschantz 1972; Churchill y Morris 1998; Doutour 1986; Havelková *et al.* 2013; Havelková y Villotte 2007; Kennedy 1989; Larsen 1997; Molleson 2007; Ruff *et al.* 2006; Villotte *et al.* 2010); dicha consideración llevó a los investigadores a importar algunos conceptos y técnicas de la biomecánica para explorar una variedad de cuestiones, tales como la evolución de la marcha humana (Wang *et al.* 2003) y la locomoción (Bertram 2004), redirigiendo su atención y dejando un poco de lado los aportes que se hacían a la identificación forense.

Debido a que él término de marcadores de estrés ocupacional hace alusión exclusiva a las actividades relacionadas con lo laboral, se propuso la utilización de otro concepto para describirlos: *marcadores de estrés por actividad* (Kennedy 1998). Dentro de éstos se introdujeron los *marcadores de estrés muscular-esquelético* (MSM, por sus siglas en inglés), que son los más usados (Hawkey y Merbs 1995; Hawkey 1998; Larsen 1997; López 1999). Los MSM son aquellas irregularidades que se pueden presentar en forma de alteraciones o lesiones en los sitios de inserción de

los músculos, ligamentos y articulaciones de los huesos que pueden desarrollarse bajo condiciones de estrés continuo y prolongado por la sobreutilización diaria de paquetes musculares, por la realización de una actividad y/o la permanencia por tiempo prolongado de una postura que provoca tensión en las articulaciones que se van formando desde la juventud hasta la edad avanzada, por ello estos marcadores se han utilizados principalmente en el ámbito bioarqueológico (Hawkey y Merbs 1995; Hawkey 1998).

En un intento por unificar la metodología en los estudios de actividad, Hawkey y Merbs (1995) publicaron su metodología para evaluar las inserciones musculares, como un primer acercamiento en la estandarización de la observación, análisis y registro de los marcadores de estrés músculo-esquelético. En este método se agrupan los marcadores en tres categorías: robustez, lesiones de tensión y exóstosis. Cada una cuenta con rangos del 0 a 3. Las dos primeras se pueden tomar como un uso continuo desde la mínima hasta la máxima expresión del estrés, en una escala de 0 a 6: el 0 equivale a la ausencia de expresión del rasgo, en la categoría de robustez tenemos del grado 0 al 3 (1 = R1, 2 = R2, 3 = R3) y en lesiones de tensión, del grado 4 a 6 (4 = S1, 5 = S2, 6 = S3); a cada sitio de inserción se le da su propia puntuación, según los cambios morfológicos ocasionados por el uso continuo (Hawkey y Merbs 1995; Hawkey 1998).

Siguiendo este método, varios autores han analizado principalmente las inserciones del omóplato, clavícula, húmero, radio y cúbito para ilustrar las actividades que requieren movimientos precisos de los brazos y de las manos; mientras que las inserciones de la extremidad inferior (fémur y tibia) se han utilizado para definir la cantidad de movilidad de dicha extremidad o la estancia de largos periodos en una sola posición (Acosta 2012; al-Oumaoui *et al.* 2004; Alfaro 2002, 2008; Baker *et al.* 2012; Cabrera 2010; Capasso *et al.* 1999; Churchill y Morris 1998; Estévez 2002; Galtés *et al.* 2007; Hawkey y Merbs 1995; Hawkey 1998; Henderson 2009; Kennedy 1998; López 1999; Lukacs y Pastor 1988; Malgosa 2003; Medrano 2006; Ping y Lovell 1992; Stirland 1998; Stirland y Waldron 1997; Valenzuela 2010; Villotte *et al.* 2010; Weiss *et al.* 2010; Weiss 2003, 2007).

Este sistema es el primero que intenta estandarizar las expresiones morfológicas de las inserciones musculares en el hueso; sin embargo, está en construcción y en constante evaluación. Asimismo, otro de los problemas que está en discusión es la parte interpretativa y la integración de la información de corte bioantropológico con la evidencia arqueológica e histórica. En este aspecto, al interpretar los datos se toma en cuenta que los músculos no trabajan solos sino en grupos, por lo que se deben analizar en conjuntos de paquetes musculares

para reconstruir los movimientos que con mayor frecuencia se realizaron durante la vida. Posteriormente, para sugerir algunos patrones de actividad hay que conjuntarlos con la evidencia del contexto que respalda la información osteológica (Baker *et al.* 2012; Flores 2010; Hawkey y Merbs 1995; Henderson 2009; Kennedy 1998; Larsen 1997; Medrano 1999, 2006; Molleson 2007; Stirland 1998; Villotte *et al.* 2010).

Por lo anterior, se ha propuesto la sustitución del término entesopatía por el de *entesis* (Havelková *et al.* 2013), incorporando en el registro la presencia de zonas degenerativas del tejido articular, lesiones de la columna vertebral, facetas extras, eburnaciones, traumas y fracturas, asimetrías y desgaste dental por actividad, además de los marcadores de estrés músculo-esquelético (Havelková *et al.* 2013; Henderson y Alves Cardoso 2013; Niinimäki 2012; Schlecht 2012), pues podrían aportar información valiosa para la identificación humana en los casos forenses.

En la actualidad, ante la ambigüedad que puede llegar a tener el análisis de los MSM y sus problemas informativos e interpretativos, algunos investigadores han integrado análisis métricos y geométricos de cortes transversales de huesos largos, ilustrando cómo varía su tamaño y forma para soportar el estrés biomecánico según las demandas de las fuerzas externas, en particular la tensión aguda de músculos, capacidad que se conoce como *adaptación funcional del hueso* (Coros 2010; Marchi 2008; Nolte y Wilczak 2013; O'Neill y Ruff 2004; Ruff 2008; Sparacello y Pearson 2010; Stock y Shaw 2007).

El análisis geométrico de cortes transversales de huesos largos señalan una estructura rígida, como un sistema de palancas controladas por músculos para producir movimiento (Bertram 2004). Los huesos al ser dinámicos pueden alterar su tamaño, morfología y estructura para acomodar las fuerzas biomecánicas; si los límites de la elasticidad ósea son excedidos, el área afectada no volverá a su estado original y la modificación será permanente, haciéndose visible macroscópicamente (Ruff 2008; Ruff *et al.* 2006). En este caso, la diáfisis de los huesos largos se comporta como una viga, de forma que algunos principios de ingeniería pueden ser aplicados para su análisis con morfología circular y del canal medular en los huesos largos. Se han estudiado cortes transversales de tomografías para determinar cuáles son los ejes que recibieron la máxima fuerza durante la vida (Ruff 2008). Sin embargo, esta metodología no está al alcance de todos los investigadores forenses debido a su costo y acceso restringido al tipo de equipo necesario para realizar el estudio.



## MATERIALES

Se revisaron 70 publicaciones sobre el tema, principalmente con enfoques bioarqueológico y forense. Como sujeto de prueba piloto se utilizó el esqueleto número 186 perteneciente a la Colección-UNAM de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, además de los siguientes materiales de apoyo: vernier graduado digital, cinta métrica, tabla osteométrica y cámara fotográfica, así como cinco cédulas donde se concentraron los indicadores que con mayor frecuencia han sido utilizados por diversos autores y sus respectivas claves de registro.

## MÉTODO

La revisión bibliográfica del tema se efectuó con el propósito de examinar los métodos de cada autor, así como los marcadores de estrés utilizados. Se extrajeron los marcadores que presentaron un mayor grado de correlación y representatividad de los movimientos musculares. Los indicadores más frecuentes de la actividad física fueron los MSM, bajo el concepto propuesto por Hawkey y Merbs (1995), modificado por Wesp (2011) para hacer el análisis más fino, además del registro del desgaste dental por actividad, facetas articulares extras, eburnaciones, nódulos de Schmörl, características métricas, robustez y fracturas y fisuras por estrés (Acosta 2012; al-Oumaoui *et al.* 2004; Alfaro 2002; Bocquentin *et al.* 2005; Bonfiglioli *et al.* 2004; Capasso *et al.* 1999; Cardoso y Henderson 2013; Chiavazza y Mansegosa 2008; Flores 2010; Galtés *et al.* 2007; Malgosa 2003; Molleson 1989, 2007; Šlaus 1994). Tomando en cuenta la información extraída de los textos, se elaboró una guía de observación y análisis, así como cinco cédulas de registro, una para cada sección del cuerpo (cabeza y esqueleto axial, miembro superior y miembro inferior) y una cédula concentradora, en donde se hizo el registro y clasificación de 79 marcadores para cada lado del cuerpo.

Debido a que los autores consultados realizaron el análisis de los marcadores por cada hueso de manera aislada, se decidió cambiar el enfoque y examinar los materiales por grupos musculares, de acuerdo con los diferentes segmentos corporales, de manera que la función de éstos sugiriera con alta especificidad el tipo de movimientos realizados, lateralizando las observaciones de los esqueletos estudiados; con esta modificación metodológica fue más sencilla y didáctica la observación de los resultados. Para la interpretación de los marcadores de gran actividad muscular sólo se seleccionaron los indicadores con un puntaje mayor

o igual a 2.5. Se analizaron por secciones corporales y grupos musculares de acuerdo con su función mecánica.

En cuanto a la revisión del caso piloto, los datos sobre sexo, edad, estatura y ocupación se tomaron de la base de datos del Laboratorio de Antropología Física de la Facultad de Medicina de la UNAM. Los criterios para la elección del esqueleto empleado fueron los siguientes: que la base de datos contara con la ocupación del individuo en vida, para comparar los datos observados con los antecedentes conocidos de su actividad y con ello poner a prueba las metodologías y determinar qué tanto es posible conocer, a partir del análisis de estos marcadores en sujetos de población contemporánea, la ocupación y/o las actividades que frecuentemente efectuaba el sujeto, además de los criterios referentes al estado de conservación e inventario habituales.

## RESULTADOS

El esqueleto número 186 es un hombre de 80 años de edad, mide 1.60 metros, mestizo, con diagnóstico de osteoartritis, hiperostosis frontal interna y caries dental, con una fractura antemortem de la quinta vértebra sacra; de ocupación panadero. Si bien, su edad representa una potencial dificultad para la calificación de los indicadores, se decidió utilizarlo porque en los casos forenses las características de los restos pueden variar en su comorbilidad y estado de conservación, lo que puede incidir en la dificultad de la valoración.

Con respecto al análisis de los marcadores de estrés por actividad, como se observa en la figura 1, los músculos con mayor índice de actividad del esqueleto axial fueron el origen del trapecio, robustez fuerte (R3), pues permite el sostenimiento y movimiento de la cabeza; así como el esternocleidomastoideo, robustez de moderada a fuerte (R2.5), encargado de la inclinación y rotación de la cabeza y cuello.

En la extremidad superior derecha las inserciones musculares que presentaron los índices más altos en la región del hombro fueron: el músculo subscapular y el supra espinoso que permiten la rotación interna de la cabeza del húmero y abducción del brazo, exostosis osificada suave (os1); el ligamento costoclavicular tiene una lesión de tensión y un área rugosa de profundidad moderada (s1), controla el hombro y baja la clavícula; con robustez fuerte (R3) del origen del deltoides, el ligamento conoideum, la inserción del deltoides y la inserción del infra espinoso permiten la flexión, abducción, rotación y aducción del húmero, así como la rotación del brazo. Por último, la inserción del músculo



*Figura 1.* a) Origen del trapecio, b) inserción del esternocleidomastoideo. Vista basal del occipital, individuo 186 de la colección UNAM. Fotografía tomada por García-Barzola y editada por Hernández-López 2013.

dorsal ancho, con robustez de moderada a fuerte (R2.5), facilita la extensión, abducción y rotación del hombro.

En la región del brazo, con exostosis osificada moderada (os2), el bíceps braquial promueve la flexión y supinación del brazo. El pectoral mayor, robustez fuerte (R3), abduce, extiende y rota internamente el brazo; el pronador cuadrado y el supinador largo, robustez de moderada a fuerte (R2.5), ofrecen la pronación, flexión y supinación del antebrazo. En cuanto a los músculos encargados de los movimientos de la muñeca y la mano, el marcador del origen del extensor radial largo del carpo que es el flexor principal de la muñeca y abductor de la mano presentó robustez moderada (R2).

La extremidad superior izquierda en la región del hombro tiene los índices más altos en las inserciones musculares: el músculo subscapular y supra espinoso, exostosis osificada suave (os1), da la rotación interna de la cabeza del húmero y abducción del brazo. El ligamento conoideum y pectoral menor, robustez fuerte (R3), favorecen la extensión, abducción y rotación del hombro, así como el control del omoplato, moviéndolo hacia abajo y adelante. Por último, las inserciones de los músculos del origen del deltoides, dorsal ancho, infra espinoso y el ligamento costoclavicular, robustez de moderada a fuerte (R2.5), dirigen la flexión, extensión, abducción, rotación del hombro y bajada de la clavícula.

En la región del brazo, exostosis osificada moderada (os2), el bíceps braquial permite la flexión y supinación del brazo. El deltoides, robustez fuerte (R3), da la flexión, extensión, abducción, aductor y rotación media y lateral del brazo. De robustez moderada a fuerte (R2.5), el pectoral mayor, pronador cuadrado y el supinador largo controlan la abducción, extensión, rotación, pronación, flexión y supinación del antebrazo.

De los músculos encargados de los movimientos de la muñeca y la mano, al igual que con la extremidad derecha, el marcador del origen del extensor radial largo del carpo es el flexor principal de la muñeca y abductor de la mano, presenta robustez moderada (R2) (figuras 2 y 3).

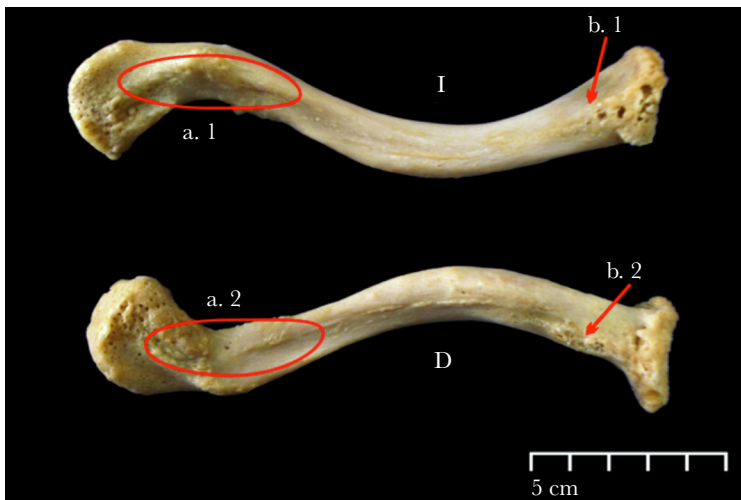
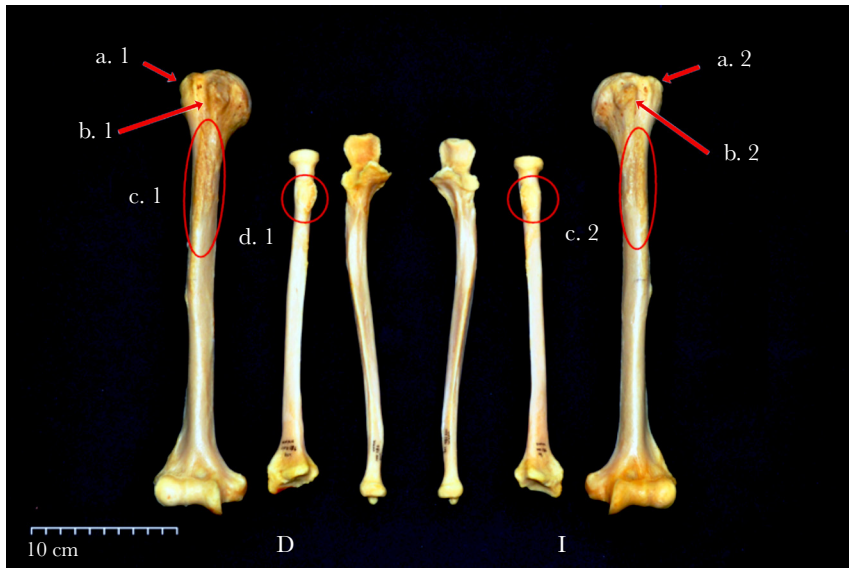


Figura 2. a) Origen del deltoides, b) inserción del ligamento costoclavicular. Vista posterior de las clavículas, individuo 186 de la colección UNAM. Fotografía tomada por García-Barzola y editada por Hernández-López 2013.



*Figura 3.* a) Inserción del supraespinoso, b) inserción del subescapular, c) inserción del pectoral mayor, d) inserción bíceps braquial. Extremidades superiores, individuo 186 de la colección UNAM. Fotografía tomada por García-Barzola y editada por Hernández-López 2013.

Los músculos con los índices más altos de los MSM de la extremidad inferior derecha, en la región pélvica fueron: el origen del semitendinoso, con exostosis osificada moderada (os2), es extensor de la cadera. De exostosis osificada suave (os1), las inserciones del recto femoral, el psoas mayor e iliaco permiten la flexión de la cadera y la del muslo en la parte de la cadera, la extensión y rotación de la pierna.

La región del miembro inferior en ambos lados tiene exostosis osificada moderada (os2): corresponde al origen del pectíneo y la inserción del glúteo mayor son los encargados de la aducción, extensión y rotación lateral del muslo. De robustez moderada a fuerte (R2.5), los músculos del glúteo medio, aductor mayor, piramidal de la pelvis, glúteo menor, obturador externo, pectíneo y el ligamento rotuliano permiten la abducción, aducción, flexión y extensión del muslo.

Las inserciones de la rodilla presentaron exostosis osificada moderada (os2). El tendón cuádriceps vasto interno mostró exostosis osificada suave (os1). Por último, el tendón recto anterior cuádriceps tiene robustez fuerte (R3), todos encargados de la flexión y extensión de la rodilla.

En los músculos involucrados en el movimiento del tobillo y el pie se observó la inserción del tendón de Aquiles con exostosis osificada suave (os1), éste dirige la flexión y extensión del pie, así como la locomoción en general.

En la extremidad inferior izquierda, los músculos más relevantes de la región de la cadera fueron: el origen del semitendinoso, con exostosis osificada moderada (os2), es extensor de la cadera. De exostosis osificada suave (os1) tenemos a las inserciones del recto femoral y el psoas mayor que facilitan la flexión de la cadera y del muslo en la parte de la cadera. El pectíneo con robustez de moderada a fuerte (R2.5) es el encargado de la flexión y aducción del muslo en la cadera.

En la región de la pierna, el origen del pectíneo mostró exostosis osificada moderada (os2), es el que dirige la aducción del muslo. El glúteo mayor, con exostosis osificada suave (os1), gira lateralmente y extiende el muslo. De robustez moderada a fuerte (R2.5) en el origen del glúteo mayor, los músculos del glúteo menor, obturador externo y el ligamento rotuliano logran la flexión, extensión rotación y abducción del muslo y de la pierna.

Las inserciones de la rodilla presentaron exostosis osificada fuerte (os3) en la inserción del tendón cuádriceps, mientras que la del tendón cuádriceps vasto externo mostró exostosis osificada moderada (os2). Por último, el tendón recto anterior cuádriceps y el tendón cuádriceps vasto interno tienen exostosis osificada suave (os1), participan en la flexión y extensión de la rodilla. También se observó eburnación bilateral en la cara posterior externa de la rótula con mayor presencia en el lado izquierdo (figura 4).



*Figura 4.* Eburnación bilateral de la rótula y cóndilo externo del fémur, con mayor presencia en el lado izquierdo, individuo 186 de la colección UNAM. Fotografía tomada por García-Barzola y editada por Hernández-López 2013.

En los músculos involucrados en el movimiento del tobillo y el pie, al igual que en la extremidad inferior derecha, está la inserción del tendón de Aquiles, con exostosis osificada suave (os1), encargado de la flexión y extensión del pie y locomoción.

Los movimientos asociados a las características de los marcadores en los miembros inferiores fueron: la flexión y extensión de la rodilla, de la pierna y el pie. La flexo-extensión de la cadera que permite mover hacia delante y hacia atrás la pierna. El movimiento del muslo hacia la línea media y la rotación lateral del muslo, todos relacionados con la locomoción (figura 5).

Del caso piloto del individuo 186 se obtuvo lo siguiente: el lado derecho fue más robusto y presentó los rangos más altos en la valoración de marcadores, por ello fue determinada la hemidominancia corporal como diestra. Los movimientos por segmento corporal predominantes fueron: la ante-flexión de la cabeza sobre la columna, así como la inclinación y rotación hacia ambos lados, datos que reflejan tanto una actividad física reiterada a lo largo del tiempo como una postura rígida que requería el sujeto para mantener la fuerza en los movimientos de ambos brazos. En la extremidad superior imperaron los movimientos hacia delante y hacia atrás de los hombros, así como la flexión y extensión de los antebrazos, mientras que en la extremidad inferior fueron los movimientos necesarios para la locomoción.



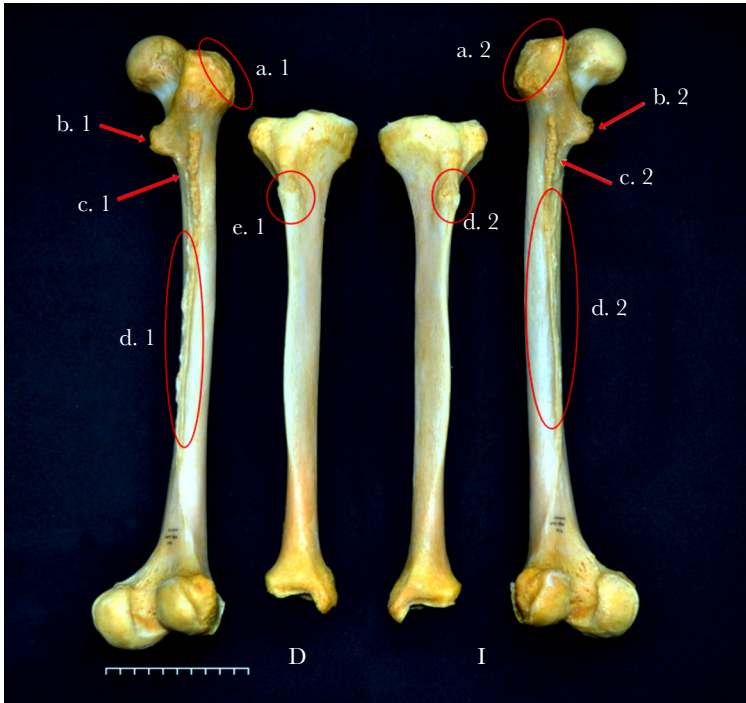


Figura 5. a) Inserción del glúteo mayor, b) inserción del músculo iliaco, c) inserción del psoas mayor, d) inserción del aductor mayor, e) inserción del ligamento rotuliano. Extremidades inferiores, individuo 186 de la colección UNAM. Fotografía tomada por García-Barzola y editada por Hernández-López 2013.

Debido a que en la información de cotejo se reporta la actividad de panadero, es necesario considerar que dicha actividad requiere una postura firme, ligeramente encorvada con la fuerza necesaria en el torso y extremidades superiores para el amasado, el cual requiere la flexión y extensión repetitiva de las extremidades superiores. Si se compara esta información con la obtenida en los restos óseos, se puede observar que la frecuencia en sus movimientos orientan hacia dicha labor; si bien, también es posible relacionarla con otras, y no de manera exclusiva, ya que la información bioantropológica indica los movimientos que realizaba con mayor frecuencia (por una repetición continua o por la fuerza necesaria para llevarlos a cabo), funcionando estos datos únicamente como orientadores de alguna actividad que *predominantemente* fue llevada a cabo con las extremidades superiores, cuya característica principal sería la



flexión-extensión de los miembros, reforzada por la cantidad de tiempo que el individuo ocupara.

## DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

El análisis de los esqueletos refleja patrones de movimientos que pueden ser consistentes o no con una actividad específica. En el caso del contexto bioarqueológico, la información para el cotejo de los datos tiende a ser limitada en relación con la obtención de un diagnóstico preciso, pues no existe una referencia directa para su cotejo; sin embargo, en el campo forense esto sí es posible debido a que en la búsqueda de los individuos, los familiares proporcionan este tipo de información. En este ámbito, el análisis de los marcadores de actividad ofrecen datos complementarios de gran utilidad en la identificación humana, ya que caracterizan al sujeto dentro de un grupo específico determinado por su probable actividad ocupacional, hemidominancia, *habitus*, postura y en relación con algunas patologías y alteraciones motoras típicas que modifican los huesos, llevando a un nivel diferente la posibilidad de identificación positiva a través del enriquecimiento de la reconstrucción de los perfiles, caracterizando de manera más completa al sujeto a través de su esfera biomecánica.

Por lo anterior, podemos decir que la información bioantropológica que los marcadores de actividad física ofrecen para enriquecer la identificación humana en casos forenses son: la predominancia hemicorporal del individuo a partir del índice de robustez y de la evaluación de los MSM, además de la frecuencia de sus movimientos por grupos musculares y segmentos corporales que indican cuáles movimientos eran realizados de manera reiterativa y/o con fuerza a lo largo de la vida, así como el *habitus* corporal. Sin embargo, la aproximación a una actividad específica dependerá de lo detallado de la información contextual que se posea y de la posibilidad de un cotejo orientador.

A manera de conclusión, consideramos que el análisis de los marcadores de estrés por actividad física junto con los otros indicadores obtenidos durante el examen de los materiales óseos pueden mejorar, agilizar y concretar la búsqueda de sujetos que fallecen en calidad de desconocidos. Se trata de una parte de la reconstrucción del perfil biológico importante, poco conocida y subutilizada que posee gran potencial si se aplica de manera correcta.

## REFERENCIAS

ACOSTA VERGARA, MARÍA ALEJANDRA

- 2012 Una mirada a los marcadores óseos de actividad: Aproximación al periodo temprano (340 aC-440 dC) del valle geográfico del Río Cauca, *Revista Colombiana de Antropología*, 48: 169-187.

ALFARO CASTRO, MARTHA ELENA

- 2002 *Acercamiento a la vida cotidiana y actividades femeninas de un sector de la población colonial. Análisis de patrones de actividad*, tesis de licenciatura en antropología física, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2008 ¿Hombre vs naturaleza? Adaptación biocultural de los grupos prehispánicos de cazadores-recolectores-pescadores del Golfo de Baja California Sur, Patricia Olga Hernández Espinoza, Lourdes Márquez Morfin y Ernesto González Licón (eds.), *Tendencias actuales de la bioarqueología en México*, Programa para el Mejoramiento del Profesorado-Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

AL-OUMAOUI, I., S. JIMÉNEZ-BROBEIL Y P. DU SOUICH

- 2004 Markers of activity patterns in some populations of the Iberian Peninsula, *International Journal of Osteoarchaeology*, 14 (5): 343-359.

BAKER, O., H. DUDAY Y O. DUTOUR

- 2012 Marqueurs osseux d'activités physiques: étude du squelette appendiculaire d'une population nabatéo-romaine (Syrie du Sud), *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 24 (3-4): 131-151.

BENJAMIN, M. Y D. MCGONAGLE

- 2009 Entheses: Tendon and ligament attachment sites, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19 (4): 520-527.

BERTRAM, JOHN E. A.

- 2004 New perspectives on brachiation mechanics, *American Journal of Physical Anthropology*, 125 (S39): 100-117.

BOCQUENTIN, FANNY, PASCAL SELLIER Y PASCAL MURAIL

- 2005 Abrasion dentaire et travail spécialisé dans la population natoufienne de Mallaha (Israël), *Comptes Rendus Palevol*, 4 (4): 351-357.

- BONFIGLIOLI, B., V. MARIOTTI, F. FACCHINI, M. G. BELCASTRO Y S. CONDEMI  
 2004 Masticatory and non-masticatory dental modifications in the Epipalaeolithic necropolis of Taforalt (Morocco), *International Journal of Osteoarchaeology*, 14 (6): 448-456.
- CABRERA, JONATHAN A. SANTANA  
 2010 Marcadores óseos de actividad física en la población aborigen de Gáldar (Siglos XI-XV DNE), *Vegueta: Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*.
- CAMPANACHO, V. Y A. L. SANTOS  
 2013 Comparison of the enthesal changes of the os coxae of Portuguese Males (19<sup>th</sup>-20<sup>th</sup> centuries) with known occupation, *International Journal of Osteoarchaeology*, 23 (2): 229-236.
- CAPASSO, LUIGI, KENNETH A. R. KENNEDY Y CYNTHIA A. WILCZAK  
 1999 *Atlas of occupational markers on human remains*, Journal of Paleontology [sic]. Monographic Publication 3, Edigrafial, Teramo, Italia.
- CARDOSO, FRANCISCA ALVES Y C. Y. HENDERSON  
 2010 Enthesopathy formation in the humerus: Data from known age-at-death and known occupation skeletal collections, *American Journal of Physical Anthropology*, 141 (4): 550-560.  
 2013 The Categorisation of occupation in identified skeletal collections: A source of bias?, *International Journal of Osteoarchaeology*, 23 (2): 186-196.
- COROS VILLCA, CARLOS  
 2010 *Biomecánica y marcadores de estrés músculo-esqueléticos: análisis cinemático del lanzamiento con estólica*, tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Chile.
- CHAMAY, A. Y P. TSCHANTZ  
 1972 Mechanical influences in bone remodeling: Experimental research on Wolff's law, *Journal of Biomechanics*, 5 (2): 173-180.
- CHIAVAZZA, HORACIO Y DANIELA MANSEGOSA  
 2008 Ocupaciones y ocupantes: arqueología y bioantropología en el sitio Vaquería (reserva natural Villavicencio, Mendoza), *Paleopatología*, 5.

CHURCHILL, STEVEN E. Y ALAN G. MORRIS

- 1998 Muscle marking morphology and labour intensity in prehistoric Khoisan foragers, *International Journal of Osteoarchaeology*, 8 (5): 390-411.

DE LA CRUZ PETELERO, LAURA

- 2009 *El conocimiento de las poblaciones del pasado a través de los restos óseos: Estudio de los marcadores de actividad y estimación de la estatura de los restos recuperados de la Mezquita del Cristo de la Luz (Tóledo)*, Proyecto de fin de carrera de biología evolutiva y biodiversidad, Laboratorio de las Poblaciones del Pasado, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

DOUTOUR, O

- 1986 Enthesopathies (lesions of muscular insertions) as indicators of Neolithic Saharan Populations, *American Journal of Physical Anthropology*, 71: 221-224.

ESTÉVEZ GONZÁLEZ, MARÍA CONCEPCIÓN

- 2002 *Marcadores de estrés y actividad en la población guanche de Tenerife*, tesis de licenciatura, Departamento de Historia, Antropología e Historia Antigua, Universidad de la Laguna, España.

FLORES MORALES, IVETTE

- 2010 *Reconstrucción de la actividad ocupacional a partir de una muestra de población de Xico (Posclásico temprano 900-1200 dC)*, tesis de licenciatura en antropología física, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

GALTÉS VICENTE, JOAN IGNASI, COMÍN XAVIER JORDANA, C. GARCÍA Y MORERA ASSUMPCIÓ MALGOSA

- 2007 Marcadores de actividad en restos óseos, *Cuadernos de Medicina Forense*, 13 (48-49): 179-189.

GARCÍA MAYA, LILIANA IVETTE

- 2001 *La actividad ocupacional como indicador de organización social en una muestra poblacional de Santa María Texcalac, Tlaxcala (S. XVIII)*, tesis de licenciatura en antropología física, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

GIANNISIS, DIMITRIS

- 2006 Patrones de actividad y organización social en la población costera maya de Chac Mool: Estudio basado en los marcadores de estrés musculo esquelético, Lourdes Márquez, Patricia Hernández y Ernesto González (eds.), *La población*

*maya de Chac Mool*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 191-216.

HAVELKOVÁ, P., M. HLADÍK Y P. VELEMÍNSKÝ

2013 Enthesal changes: Do they reflect socioeconomic status in the Early Medieval Central European Population? (Mikulčice-Klášteřisko, Great Moravian Empire, 9<sup>th</sup>-10<sup>th</sup> century), *International Journal of Osteoarchaeology*, 23(2): 237-251.

HAVELKOVÁ, PETRA Y SÉBASTIEN VILLOTTE

2007 Enthesopathies: Test of reproducibility of the new scoring system based on current medical data, *Slovenská Antropológia*, 10 (1): 51-57.

HAWKEY, DIANE E. Y CHARLES F. MERBS

1995 Activity-induced musculoskeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among Ancient Hudson Bay Eskimos, *International Journal of Osteoarchaeology*, 5: 324-338.

HAWKEY, DIANE E.

1998 Disability, compassion and the skeletal record: Using musculoskeletal stress markers (MSM) to construct an osteobiography from Early New Mexico, *International Journal of Osteoarchaeology*, 8 (5): 326-340.

HENDERSON, C. Y. Y F. ALVES CARDOSO

2013 Special issue enthesal changes and occupation: Technical and theoretical advances and their applications, *International Journal of Osteoarchaeology*, 23 (2): 127-134.

HENDERSON, CHARLOTTE

2009 *Musculo-skeletal stress markers in bioarchaeology: Indicators of activity levels or human variation?: A re-analysis and interpretation*, tesis de doctorado, Durham University, Durham.

JURMAIN, ROBERT D.

1977 Stress and the etiology of osteoarthritis, *American Journal of Physical Anthropology*, 46 (2): 353-365.

KENNEDY KENNETH, A. R.

1983 Morphological variations in ulnar supinator crests and fossae as identifying markers of occupational stress, *Journal of Forensic Sciences*, 28 (4): 871-876.

- 1989 Skeletal markers of occupational stress, M. Y. Iscan y Kenneth A. R Kennedy (eds.), *Reconstruction of life from skeleton*, Alan Liss Inc, Nueva York: 129-160.
- 1998 Markers of occupational stress: Conspectus and prognosis of research, *International Journal of Osteoarchaeology*, 8 (5): 305-310.

## LARSEN SPENCER, CLARK

- 1997 *Bioarchaeology. Interpreting behaviour from the human skeleton*, Cambridge University Press, Cambridge.

## LÓPEZ BUEIS, INMACULADA

- 1999 Marcadores de estrés músculo esquelético en los huesos largos de una población española (Wamba, Valladolid), *Biomecánica*, 7 (13): 94-102.

## LUKACS, JOHN R. Y ROBERT F. PASTOR

- 1988 Activity-induced patterns of dental abrasion in prehistoric Pakistan: Evidence from Mehrgarh and Harappa, *American Journal of Physical Anthropology*, 76 (3): 377-398.

## MALGOSA MORERA, ASSUMPCIÓ

- 2003 Marcadores de estrés ocupacional, *Paleopatología la enfermedad no escrita*, Alberth Isidro y Assumpció Malgosa (eds.), MASSON, Barcelona: 221-235.

## MARCHI, DAMIANO

- 2008 Relationships between lower limb cross-sectional geometry and mobility: The case of a Neolithic sample from Italy, *American Journal of Physical Anthropology*, 137 (2): 188-200.

## MARIOTTI, VALENTINA, FIORENZO FACCHINI Y MARIA GIOVANNA BELCASTRO

- 2004 Enthesopathies-proposal of a standardized scoring method and applications, *Collegium Antropologicum*, 28 (1): 145-159.

## MEDRANO ENRÍQUEZ, ANGÉLICA MARÍA

- 1999 La actividad ocupacional y la persona social en San Gregorio Atlapulco-Xochimilco, época prehispánica (1350-1521 dC), tesis de maestría en Antropología Física, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- 2001 La actividad ocupacional en la región chinampera de Xochimilco, *Estudios de Antropología Biológica*, X: 571-594.
- 2003 Entesopatías: un indicador de la actividad ocupacional en restos óseos. Observaciones en materiales prehispánicos de México, *Estudios de Antropología Biológica*, XI: 747-760.

- 2006 Jardines flotantes y actividad ocupacional. Los chinamperos prehispánicos de San Gregorio Atlapulco, *Salud y Sociedad en el México Prehispánico y Colonial*, Lourdes Márquez Morfín y Patricia Olga Hernández Espinoza (eds.), Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 367-394.

MOLNAR, PETRA

- 2006 Tracing prehistoric activities: Musculoskeletal stress marker analysis of a stone-age population on the Island of Gotland in the Baltic sea, *American Journal of Physical Anthropology*, 129 (1): 12-23.

MOLLESON, THEYA

- 1989 Seed preparation in the Mesolithic: the osteological evidence, *Antiquity*, 63: 356-362.
- 1994 The eloquent bones of Abu Huyer, *Scientific America*, 271 (2): 60-65.
- 2007 A method for the study of activity related skeletal morphologies, *Bioarchaeology of the Near East*, 1: 5-33.

NIINIMÄKI, SIRPA

- 2012 *Reconstructing physical activity from human skeletal remains. Potentials and restrictions in the use of musculoskeletal stress markers*, tesis de doctorado, Technology and Natural Sciences of the University of Oulu, University of Oulu, Oulu.

NIÑO, FRANCIS PAOLA

- 2005 Metodología para el registro de marcadores de estrés músculo-esquelético, *Boletín de Antropología*, 19: 255-268.

NOLTE, M. Y C. WILCZAK

- 2013 Three-dimensional surface area of the distal biceps enthesis, relationship to body size, sex, age and secular changes in a 20<sup>th</sup> Century American Sample, *International Journal of Osteoarchaeology*, 23 (2): 163-174.

O'NEILL, MATTHEW C. Y CHRISTOPHER B. RUFF

- 2004 Estimating human long bone cross-sectional geometric properties: A comparison of noninvasive methods, *Journal of Human Evolution*, 47 (4): 221-235.

PETERSON, JANE Y DIANE E. HAWKEY

- 1998 Preface, *International Journal of Osteoarchaeology*, 8 (5): 303-304.

PING, LAI Y NANCY C. LOVELL

- 1992 Skeletal markers of occupational stress in the Fur Trade: A case study from a Hudson's Bay Company Fur Trade post, *International Journal of Osteoarchaeology*, 2 (3): 221-234.

QUEVEDO KAWASAKI, SILVIA

- 2000 Patrones de actividad a través de las patologías en población carcaica de Punta Teatinos, norte semiárido chileno, *Chungará (Arica)*, 32: 11-21.

ROBB, JOHN. E.

- 1998 "The interpretation of skeletal muscle sites: a statistical approach" *International Journal of Osteoarchaeology* 8 (5): 363-377.

RONCHESE, FRANCESCO

- 1948 *Occupational marks and other physical signs: A guide to personal identification*, Grune and Stratton, Nueva York.

RUFF, CHRISTOPHER B.

- 2008 Biomechanical analyses of archaeological human skeletons, *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, Anne Katzenberg y Shelly R. Saunders (eds.), Wiley-Liss, Nueva York.

RUFF, CHRISTOPHER B., BRIGITTE HOLT Y ERIK TRINKAUS

- 2006 Who's afraid of the big bad Wolff?: "Wolff's law" and bone functional adaptation, *American Journal of Physical Anthropology*, 129 (4): 484-498.

SCHLECHT, STEPHEN H.

- 2012 Understanding entheses: Bridging the gap between clinical and anthropological perspectives, *The anatomical record: Advances in integrative anatomy and evolutionary biology*, 295 (8): 1 239-1 251.

ŠLAUS, MARIO

- 1994 Osteological evidence for perimortem trauma and occupational stress in two Medieval skeletons from Croatia, *Collegium Antropologicum*, 18 (1): 165-175.

SPARACELLO, V. S. Y O. M. PEARSON

- 2010 The importance of accounting for the area of the medullary cavity in cross-sectional geometry: A test based on the femoral midshaft, *American Journal of Physical Anthropology*, 143 (4): 612-624.



STEEN, SUSAN L. Y ROBERT W. LANE

- 1998 Evaluation of habitual activities among two Alaskan Eskimo populations based on musculoskeletal stress markers, *International Journal of Osteoarchaeology*, 8 (5): 341-353.

STIRLAND, A. J.

- 1998 Musculoskeletal evidence for activity: problems of evaluation, *International Journal of Osteoarchaeology*, 8 (5): 354-362.

STIRLAND, A. J. Y T. WALDRON

- 1997 Evidence for activity related markers in the vertebrae of the crew of the Mary Rose, *Journal of Archaeological Science*, 24 (4): 329-335.

STOCK, JAY T. Y COLIN N. SHAW

- 2007 Which measures of diaphyseal robusticity are robust? A comparison of external methods of quantifying the strength of long bone diaphyses to cross-sectional geometric properties, *American Journal of Physical Anthropology*, 134 (3): 412-423.

VALENZUELA JIMÉNEZ, GERARDO

- 2007 El oficio de machetero visto desde los huesos. Marcas de actividad ocupacional en el esqueleto número 2 del Panteón San Nicolás Tolentino, *Estudios de Antropología Biológica*, XIII: 163-185.
- 2010 *Vida y oficio a través de los huesos. Análisis de marcas de actividad cotidiana en un esqueleto de la Colección San Nicolás Tolentino*, Colección Científica, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

VILLOTTE, SEBASTIEN

- 2006 Connaissances médicales actuelles, cotation des enthésopathies: nouvelle méthode, *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 18 (1-2): 65-85.

VILLOTTE, SÉBASTIEN, DOMINIQUE CASTEX, VINCENT COUALLIER, OLIVIER DUTOUR, CHRISTOPHER J. KNÜSEL Y DOMINIQUE HENRY-GAMBIER

- 2010 Enthesopathies as occupational stress markers: Evidence from the upper limb, *American Journal of Physical Anthropology*, 142 (2): 224-234.

- WANG, W. J., R. H. CROMPTON, Y. LI Y M. M. GUNTHER  
 2003 Energy transformation during erect and 'bent-hip, bent-knee' walking by humans with implications for the evolution of bipedalism, *Journal of Human Evolution*, 44 (5): 563-579.
- WANNER, ISABEL S., THELMA SIERRA SOSA, KURT W. ALT Y VERA TIESLER BLOS  
 2007 Lifestyle, occupation, and whole bone morphology of the pre-Hispanic Maya coastal population from Xcambó, Yucatan, Mexico, *International Journal of Osteoarchaeology*, 17 (3): 253-268.
- WEISS, E., L. CORONA Y B. SCHULTZ  
 2010 Sex differences in musculoskeletal stress markers: Problems with activity pattern reconstructions, *International Journal of Osteoarchaeology*, 22 (1): 70-80.
- WEISS, ELIZABETH  
 2003 Understanding muscle markers: Aggregation and construct validity, *American Journal of Physical Anthropology*, 121 (3): 230-240.  
 2007 Muscle markers revisited: Activity pattern reconstruction with controls in a central California Amerind population, *American Journal of Physical Anthropology*, 133 (3): 931-940.
- WESP, JULIE K.  
 2011 *Osteology manual of project: Bioarqueological evidence of gendered labor in Colonial Mexico*, Departmen of Anthropology, University of California, Berkeley.
- WILCZAK, CYNTHIA A.  
 1998 Consideration of sexual dimorphism, age, and asymmetry in quantitative measurements of muscle insertion sites, *International Journal of Osteoarchaeology* 8 (5): 311-325.
- ΖΕΤΑ  
 2014 Los primeros 23 mil muertos de Enrique Peña Nieto. *Ζeta Tijuana*, 14 de marzo. Recuperado el 16 de marzo de 2014 de: <http://zetatijuana.com/2014/03/14/los-primeros-23-mil-muertos-de-enrique-pena-nieto/>

