

**ARTÍCULO****Prevalencia de algunos marcadores de actividad física en una muestra de 20 cadáveres esqueletizados pertenecientes a hombres entre 20 y 45 años de edad**

**Isabel Cristina Alzate Ortiz.** Antropóloga. Estudiante de último semestre de la Maestría en Morfología Humana. Departamento de Morfología. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia.

ica030@gmail.com

---

**PREVALENCIA DE ALGUNOS MARCADORES DE ACTIVIDAD FÍSICA EN UNA MUESTRA DE 20 CADÁVERES ESQUELETIZADOS PERTENECIENTES A HOMBRES ENTRE 20 Y 45 AÑOS DE EDAD****RESUMEN**

El análisis de marcadores óseos relacionados con la actividad ocupacional antemortem, brinda información de la reacción ósea ante la presión física, teniendo presente la biomecánica del hueso para reconstruir movimientos corporales e identificar patrones de actividades físicas que correspondan a las marcas encontradas. Para entender esta mecánica es imprescindible apelar a los conocimientos aportados por la morfología humana, en cuanto a los procesos anatómicos de osteología, artrología y miología, que vislumbraran el origen de aquellas características diferenciales de las piezas óseas analizadas.

Esta investigación se realizó a partir de la evaluación de una muestra de 20 cadáveres esqueletizados de procedencia geográfica conocida, pertenecientes al Laboratorio de Antropología Forense de la Policía Nacional en la ciudad de Bogotá.

**Palabras clave:** Marcadores de actividad física, biomecánica, desarrollo músculo esquelético, estrés ocupacional.

**INTRODUCCION**

Este trabajo busca establecer la prevalencia de algunos marcadores de actividad física en una población masculina con una edad entre 20 y 45 años, partiendo de la necesidad de hacer evidentes las herramientas analíticas que permitan robustecer los procesos de identificación de cadáveres de personas desaparecidas,

máxime en un contexto socio-histórico como el que nos caracteriza. En este sentido, las investigaciones sobre marcadores óseos de actividad física en el esqueleto son una fuente de información que permite conocer aspectos de las personas y al mismo tiempo realizar comparaciones intra e inter-grupales,

teniendo en cuenta que estos individuos se hallan sujetos a variaciones genéticas, ambientales y las asociadas más al cambio secular.

Este amplio marco impulsó el diseño de un estudio que se estructuró de la siguiente manera:

Formulación del problema de investigación, el cual hace evidente la actual problemática de identificación de cadáveres esqueletizados en nuestro país, hace hincapié en el número creciente de casos, estimulado por el hallazgo de cadáveres en el contexto de la aplicación de los parámetros de la justicia transicional y los propios esfuerzos de los familiares de los desaparecidos, fenómeno que requiere diversificar los instrumentos con los que cuentan los equipos forenses de identificación.

Exposición de la estrategia metodológica adoptada para el desarrollo del presente estudio, muestra la necesidad de realizar secuencialmente una revisión documental exhaustiva sobre los principios de la anatomía funcional, la biomecánica y la expresión de los cambios morfológicos en estructuras óseas y su relación con las dinámicas propias del sistema músculo-esquelético, integrando igualmente la estrategia para producción, organización y análisis de los datos provenientes del abordaje de los cadáveres. Para ello, se procedió a plasmar una reflexión general

en torno a la naturaleza del estudio, la procedencia de la muestra, los estándares de observación de marcadores de actividad física y su registro.

Recolección sistemática de la información sobre la metodología de la descripción anatómica (orientación, planos anatómicos, etc.), términos básicos para la descripción de los movimientos, la gama de posibles movimientos por segmento anatómico, y su posterior interpretación a partir de los preceptos de la biomecánica, entendiendo el cuerpo como un sistema de palancas que se activan y limitan de maneras concretas, atendiendo los principios de la física. Desde esta perspectiva se hizo necesario incorporar una reflexión general sobre el sistema muscular y su participación en los movimientos que posibilitan la marcha, los cambios de eje y giros involucrados en la amplitud de movimientos humanos.

Presentación de los datos obtenidos del abordaje del estudio de la muestra, estableciendo la prevalencia de los principales marcadores de actividad física en función de los rangos de edad; tal exposición incorpora una interpretación sustentada en la gama de movimientos que pudieron estar involucrados en su etiología, mostrando al final del apartado una síntesis general, al igual que los límites y alcances del estudio.

## METODOLOGÍA

Se contó con una muestra conformada por 20 cadáveres en reducción esquelética total

de población contemporánea colombiana, de sexo masculino, con edades

comprendidas entre 20 y 45 años, los cuales se hallan en custodia del laboratorio de antropología forense de la Policía Nacional, ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. La metodología empleada para el desarrollo de esta investigación se materializa en una serie de fases secuenciales que incluyeron el planteamiento, la ejecución y el proceso de construcción, así:

- Generar estándares de observación: seleccionar el método (sistema cualitativo de categorías) que permita la categorización de los marcadores de actividad musculo-esquelética, minimizando los errores intra e inter-observador, permitiendo referenciar de forma estandarizada las expresiones morfológicas prevalentes de la muestra.

Registro: a partir de la aplicación del método y la técnica seleccionada, se clasificaron las alteraciones del tejido óseo sujetas a categorías de marcadores de actividad física para la población objeto del estudio.

- Interpretación de resultados: mediante la organización de los datos recolectados y su procesamiento estadístico, se estableció una escala de prevalencia de marcadores de actividad física en la muestra evaluada.

- Tipo de Investigación: Este trabajo tiene componentes de una investigación básica-orientada, puesto que sus resultados no resolverán un problema por si solos, pero serán parte de un conjunto de análisis interdisciplinarios para ayudar a resolverlo. De igual forma, su procedimiento de ejecución es de carácter observacional, descriptivo y comparativo,

pues se cuenta con un conjunto de estructuras anatómicas, cuyos rasgos morfológicos son susceptibles de clasificación a partir de las variaciones o modificaciones sobre el tejido óseo que produzcan características individualizantes, conforme al método y a la técnica propuesta. (Salinas: 2012).

- Descripción de la muestra: La investigación se desarrolló a partir del acceso a una serie de 65 cadáveres en reducción esquelética total, conservados en custodia en las instalaciones del laboratorio de antropología forense de la Policía Nacional de Colombia, los cuales se hallan en proceso de identificación fehaciente, y procedimientos médico-legales para determinar la causa, manera y mecanismo de muerte. Luego de aplicados los filtros de selección, se consolidó una muestra compuesta por 20 individuos, cuyas características suplen las exigencias del método empleado para la documentación de marcadores de actividad física.

- Procedencia de la muestra: El contexto de recuperación de los cadáveres empleados en el desarrollo del trabajo corresponde a la labor rutinaria de excavación arqueológica y exhumación que efectúa el laboratorio de antropología forense, en apoyo a investigaciones judiciales en casos de desaparición forzada y delitos conexos. Tal factor permitió establecer de manera documentada los siguientes parámetros: los cadáveres aptos para el presente estudio fueron extraídos de fosas individuales - cadáveres no mezclados, no perturbados, cuyas

estructuras óseas se documentaron -in situ- en conexión anatómica.

Dentro de las particularidades de la muestra es pertinente indicar: a) el 90% de individuos que han ingresado al laboratorio de antropología forense poseen orientación respecto a posible sexo biológico: masculino, y b) los cadáveres que componen la muestra no poseen identidad fehaciente (confirmada científica y jurídicamente).

### **Criterios de selección**

Dada la necesidad implícita en el método de registro de marcadores de actividad física, se aplicaron una serie de criterios para escoger los cadáveres, los cuales deben suplir una serie de consideraciones que permitan documentar las variantes morfológicas asociadas a la actividad física repetitiva. Así se consideró:

### **Criterios de inclusión**

**Cadáveres en reducción esquelética completa:** se requiere del acceso visual completo a las superficies de los huesos, ya que el método es de carácter observacional, descriptivo y comparativo, el cual se desarrolla por medio de la valoración visual y táctil, entendidos estos como el registro de la textura, rugosidad, ausencia o presencia de rasgos morfológicos.

**Cadáveres con análisis antropológicos:** datos conocidos respecto a la edad esquelética y sexo biológico, ya que estos datos permiten contextualizar los hallazgos referentes a la presencia y variabilidad de los marcadores de actividad física.

**Estado de conservación del cadáver:** incluir aquellos individuos cuyas estructuras óseas representen al menos el 80% del total del esqueleto, puesto que el análisis de los marcadores de actividad física es de carácter multifactorial, requiriendo de la identificación, observación y valoración de las variantes morfológicas en las estructuras óseas, conceptualizadas desde una perspectiva sistémica.

**Individuos adultos:** cadáveres con estimación de edad ósea correspondiente a mayor de 20 años y menor de 45 años, a fin de garantizar que los núcleos de osificación se hallen totalmente obliterados, pudiéndose acceder al total de superficies óseas aptas para la valoración de marcadores de actividad física dado que estos dependen.

### **Criterios de exclusión**

**Cadáveres con huesos incompletos debido a factores tafonómicos:** individuos cuyas estructuras óseas no son aptas para desarrollar el método de identificación y observación de variantes morfológicas, debido al deterioro de las superficies de los huesos, cuya etiología se relaciona con todas aquellas interacciones de índole físico-químico del hueso con el medio de enterramiento, implicando, exfoliación del tejido cortical, pérdida de sustancia ósea, exposición de tejido trabecular, siendo los estados más críticos de conservación la friabilidad del hueso, la cual impide su manipulación.

**Cadáveres con huesos incompletos debido a lesiones:** individuos que presentan traumas masivos que implican pérdida de porciones importantes de los

huesos o de secciones anatómicas, ausencias que se hacen evidentes en el proceso de reconstrucción (pegado) de los mismos, imposibilitando la identificación y observación de variantes morfológicas.

### **Definición de las variables**

Los datos que se recolectaron en este trabajo son de tipo categórico (cualitativo), ya que por su proveniencia (observación de rasgos morfológicos) pretenden describir un continuo de características mediante la separación de clases discretas para efectos de análisis.

Así, para el desarrollo de ésta investigación, la manifestación de éste tipo de variable se expresa en:

- Se hizo hincapié en aquellas modificaciones óseas causadas por marcadores de actividad física, adoptándose las siguientes categorías: robustez, defectos corticales (o lesiones de tensión) y exostosis osificadas, las cuales son consecuencia de marcadores musculares, fracturas por estrés, desgaste articular, daños posturales y osteoartritis, considerando que las modificaciones anormales en el hueso son consecuencia biomecánica del estrés sufrido al realizar una determinada actividad.

- El criterio adoptado frente al rango de edad (20 a 45 años) se aplica para reducir los impactos negativos en la observación, causados por enfermedades óseas que se producen o acentúan con la edad, lo que permite suponer que los cambios encontrados son el resultado de actividad física repetitiva.

- No se hizo diferencia entre las alteraciones óseas presentes en los sitios de inserción de ligamentos (sindesmopatías), de aquellas ubicadas en los sitios de inserción de tendones (entesopatías).

### **Registro de los marcadores de actividad física**

La metodología de estudio aplicada en esta investigación responde a la necesidad de caracterizar las diversas modificaciones óseas presentes en la muestra, las cuales están enfocadas a identificar las evidencias de estímulos externos, que influyeron decisivamente en el modelamiento de la arquitectura interna y externa del hueso como respuesta a diferentes actividades físicas, enfermedades y fuerzas repetitivas, las cuales se desarrollan bajo condiciones de estrés continuado y prolongado, provocando modificaciones morfológicas en un proceso de adaptación de la estructura ósea.

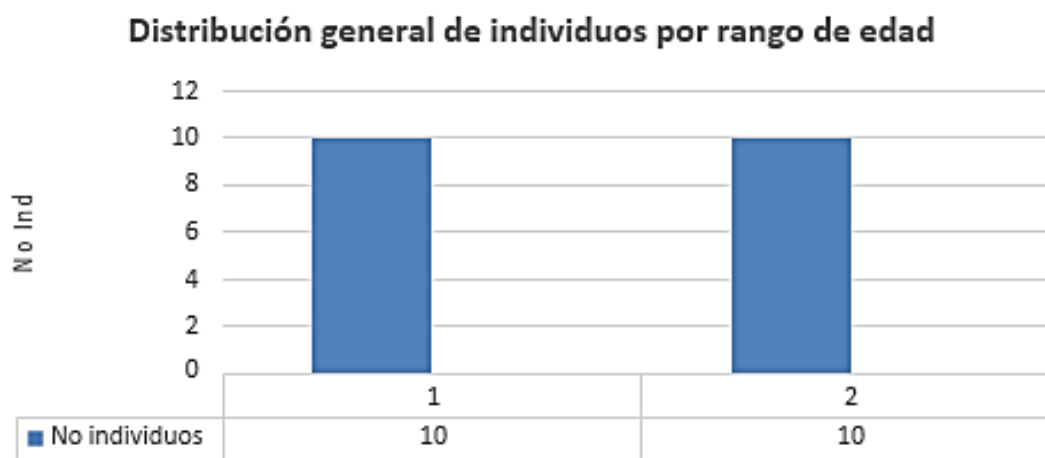
En la valoración de los marcadores de actividad física se tiene en cuenta la clasificación empleada por Valentina Mariotti y Fiorenzo Facchini (2007), en la que se muestra una escala de calificación de marcas de actividad física en tres grupos, así: grado 1: incluye desde la manifestación “débil” a desarrollo “medio” del rasgo morfológico observado; grado 2: corresponde al desarrollo marcado de un rasgo morfológico, y el grado 3: está reservado para el desarrollo fuerte (pronunciado) del rasgo morfológico

## RESULTADOS

### Información general de la muestra

Respecto al sexo biológico de los individuos que componen la muestra, todos fueron clasificados en el análisis bioantropológico como masculinos, constituyéndose este factor en el sesgo natural de la muestra, ya que todos los cadáveres disponibles para observación cumplen este criterio. Se observó que la

composición de la muestra es equilibrada respecto al criterio de agrupación en dos rangos de edad (Tabla No. 1), ya que el 50% de los individuos se encaja en el rango de edad biológica entre 20 y 29 años, frente al otro 50% correspondiente al rango 30-45 años, permitiendo distinguir a los individuos jóvenes adultos (20-29 años) y adulto (30-45 años).



*Tabla No. 1: Número de individuos por rango de edad biológica al morir*

### Caracterización osteológica de los marcadores de actividad física hallados en la muestra.

Una de las cuestiones que sobresale al momento de abordar los datos, corresponde a cuál es la estructura ósea que mostró más marcadores de actividad física, sin importar el rango de edad (Tabla No. 2). Los resultados indican que el fémur (25%), la clavícula (18%) y la tibia (16%) son los huesos que más información aportaron, esto en razón a varios factores, como: a) la facilidad de ubicar

topográficamente en la anatomía del hueso los marcadores, b) la sencilla percepción de los cambios en las superficies específicas de los huesos, y c) el número de marcadores o superficies a observar por hueso, en comparación con el total de estructuras empleadas en el estudio; otra circunstancia que pudo mediar en esta situación se relaciona con el grado de conservación de estas estructuras, cuya incidencia escapa a los objetivos planteados en este estudio.





**Tabla No. 2:** Estructura ósea con más marcadores observados en la muestra contemplados todos los rangos de edad.

### Prevalencia general de marcadores de actividad física en el rango de edad 20-29 años.

Al filtrar los datos por el rango de edad biológica 1 (20-29 años), se obtiene la Tabla

No. 3, en la que se observa la prevalencia de marcadores de actividad física tanto en el grado 2 (marcado), como en el grado 3 (fuerte).

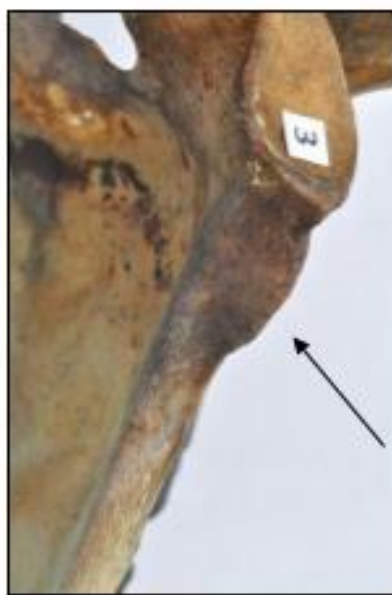


**Tabla No. 3:** Prevalencia general de marcadores de actividad física en el rango de edad 20.

De acuerdo a esta tabla, sobresalen los cambios en las siguientes superficies óseas:

- Tríceps braquial - escápula (Figura No. 1): (Prevalencia de 10% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a tres casos (Grado 2: uno; Grado 3: dos) en los que se observó la superficie inmediatamente posterior al tubérculo infraglenoideo, notándose una formación distinta de la frontera axilar, la cual asume la forma de un verdadero tubérculo o cresta. La superficie es irregular o rugosa, paralelamente el

tubérculo infraglenoideo, es muy prominente y de superficie áspera. El músculo tríceps braquial está directamente relacionado con la gama de movimientos que involucran empuje y golpeo. Funciona concéntricamente en el movimiento ascendente, y excéntricamente en el movimiento descendente, por ejemplo cuando se emplean los brazos para levantarse o sentarse en una silla; así la porción larga permite la aducción del brazo y su extensión desde la posición flexionada (Palastanga: 2000).



**Figura No. 1.** Inserción del músculo tríceps braquial en la escápula. (Individuo No 13. 20-29 años)  
Grado de expresión: 3  
(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

- Tríceps braquial - cúbito (Figura No. 2): (Prevalencia de 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 3: dos) en los que se evidencian las

características de las superficies posterior y superior del olecranon, resaltando la formación de una cresta elevada con respecto a la superficie superior del mismo. Hay marcas visibles en la cresta,



generalmente en forma de estrías longitudinales. El tríceps braquial del cúbito es un importante ligamento tensor que se localiza en la superficie inferior de la capsula de la articulación del codo. Su funcionamiento atiende principalmente a la fuerza de gravedad, la cual suele aportar la fuerza necesaria para la extensión,

mientras los flexores del codo trabajan excéntricamente y controlan el movimiento. Este músculo participa solo en movimientos de extensión cuando la velocidad del mismo es importante, como al ejecutar un golpe de karate con el lado cubital de la palma. (Palastanga: 2000).



**Figura No. 2.** Inserción del músculo tríceps braquial en el cúbito. (Individuo No 9. 20-29 años)

Grado de expresión: 3

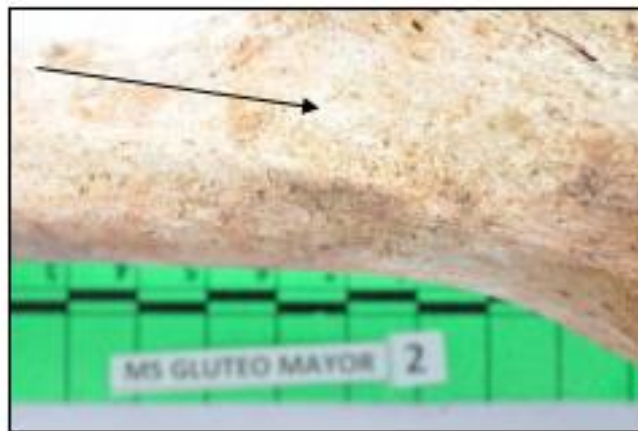
(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ Glúteo mayor - fémur (Figura No. 3): (Prevalencia de 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 2: dos), la inserción muscular se expresa como una elevación discreta de la superficie ósea, pudiendo ser lisa o rugosa. Este músculo se activa cuando la acción es ejercida desde la parte superior, tirando de la diáfisis del fémur hacia atrás, resultando la extensión de la articulación de la cadera flexionada. Por su ubicación (lado lateral del muslo), éste hace que gire lateralmente el fémur en la extensión. Participa también

ofreciendo apoyo a la zona lateral de la rodilla, y en la elevación del tronco desde una posición flexionada, ya que al contraerse hace que el ilion y la pelvis se muevan hacia atrás en torno a la articulación de la cadera, permitiendo el movimiento de la pelvis y el tronco. También participa en movimientos como subirse a una silla, escalar y correr, equilibra la pelvis sobre la cabeza de los fémures, contribuyendo a mantener la postura erguida, al igual que en la rotación lateral del fémur estando en posición erguida y ayuda a elevar el arco

longitudinal medial del pie. En posición sedente hace equilibrar el peso del cuerpo,

desplazándolo de lado a lado (Palastanga: 2000).



**Figura No. 3.** Inserción del músculo glúteo mayor en el fémur. (Individuo No 8. 20-29 años) Grado de expresión: 2  
(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ Ligamento conoide - clavícula (Figura No. 4): (Prevalencia del 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 2: uno; Grado 3: uno), aquí el tubérculo está bien desarrollado y presenta una

superficie rugosa. Este ligamento limita los movimientos opuestos de la escapula en relación con la clavícula, impidiendo que la escapula se desplace hacia adelante (Ficci, Benigni, Fornasari: 2003).



**Figura No. 4.** Inserción del Ligamento conoide en la clavícula (Individuo No 10. 20-29 años) Grado de expresión: 3  
(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora 2017)

▪ Ligamento trapezoide-clavícula (Figura No. 5): (Prevalencia del 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 3: dos) en los que el área de inserción es rugosa y elevada, sobresaliendo del contorno, es decir, no está en el mismo plano que el entorno que le rodea. El

ligamento trapezoide impide el movimiento hacia atrás de la escapula, mediante la acción ejercida en el acromion, haciendo que éste no se desplace medialmente bajo el extremo lateral de la clavícula, situación que puede presentarse cuando se aplican fuerzas laterales sobre el hombro (Palastanga: 2000).



**Figura No. 5.** Inserción del ligamento trapezoide en clavícula (Individuo No 2. 20-29 años) Grado de expresión: 3

*Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017*

▪ Pectoral mayor-clavícula (Figura No. 6): (Prevalencia del 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 2: uno; Grado 3: uno) en los que se manifiesta un aplanamiento marcado de la superficie ósea, la cual puede extenderse a más de la mitad de la longitud del hueso, esta área puede también adoptar un aspecto irregular y una textura rugosa al tacto. La porción clavicular del pectoral mayor

permite la aducción y rotación medial del húmero en la articulación del hombro; además, está involucrado en el movimiento de flexión del húmero hacia el plano horizontal. Es uno de los principales músculos que permite movimientos en los que se requiere mantener los brazos hacia arriba (sobre la cabeza), e impulsar el tronco en la misma dirección (Palastanga: 2000).



**Figura No. 6:** Inserción del músculo pectoral mayor en clavícula: (Individuo No 10. 20-29 años)

Grado de expresión: 2

(Fotografía recopilada, adaptada y modificada la autora. 2017)

▪ Redondo mayor-húmero (Figura No. 7): (Prevalencia del 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 3: dos), en los que el área de inserción sobre la cresta del tubérculo menor se eleva y puede presentar un surco longitudinal. Este músculo permite la aducción y giro medial del húmero en la articulación del

hombro y participa en la extensión del brazo cuando se halla flexionado; su acción conjugada con los músculos dorsal ancho y pectoral mayor, facilita movimientos como escalar, o aquellos que requieren elevar el tronco cuando los brazos están fijos; además estabiliza la articulación del hombro (Palastanga: 2000).



**Figura 7:** Inserción del músculo redondo mayor en el húmero (Individuo No 7. 20-29 años)

Grado de expresión: 3

(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ Deltoides - húmero (Figura No. 8): (Prevalencia del 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 2: dos), en los que se aprecian tanto la “depresión”, como crestas anterior y lateral que definen el área de inserción muscular, manifestándose la depresión como una superficie rugosa al tacto, circunscrita por las crestas, entendidas como las elevaciones anterior y lateral, características coincidentes con el grado de expresión No 2 (expresión marcada). Este

músculo adopta su nombre por la forma triangular que asemeja la letra griega delta, se divide en tres porciones que se deben considerar como músculos separados, así: Porción anterior: es motora primaria de la flexión y flexión horizontal, y motora accesoria de la abducción y rotación interna. Porción media: motora primaria de la abducción y de la extensión horizontal. Y porción posterior: motora primaria de la extensión horizontal y motora accesoria de la extensión, aducción y rotación externa (Palastanga: 2000).



**Figura No. 8:** Inserción del musculo deltoides en el húmero (Individuo No 7. 20-29 años)  
Grado de expresión: 2  
(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ Supinador - cúbito (Figura No. 9): (Prevalencia del 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 2: uno; Grado 3: uno) en los que se observó una elevación del tejido óseo de textura rugosa; esta característica se halló asociada a la presencia de pequeños surcos sobre

dicha “cresta”. Permite la supinación del antebrazo mediante un balanceo anterolateral del extremo inferior del radio en torno al cúbito, es de anotar que los movimientos supinatorios más potentes se ejecutan con el codo flexionado unos 120°. (Palastanga: 2000).





**Figura No. 9:** Inserción del músculo supinador en el cúbito (Individuo No 14. 20-29 años)

Grado de expresión: 3

(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ Pronador redondo - radio (Figura No. 10): (Prevalencia del 7% en el total de marcadores para el rango de edad 20-29 años). Corresponde a dos casos (Grado 2: dos) en los que se observa una superficie rugosa y ligeramente elevada que se asemeja a una cresta bien definida o circunscrita, la cual posee un surco

longitudinal que la atraviesa. Este músculo permite la pronación del antebrazo, ya que produce un giro anteromedial del extremo inferior del radio respecto al cúbito; este movimiento del radio lleva consigo el de la mano, también participa en menor grado en la flexión débil del codo (Palastanga: 2000).



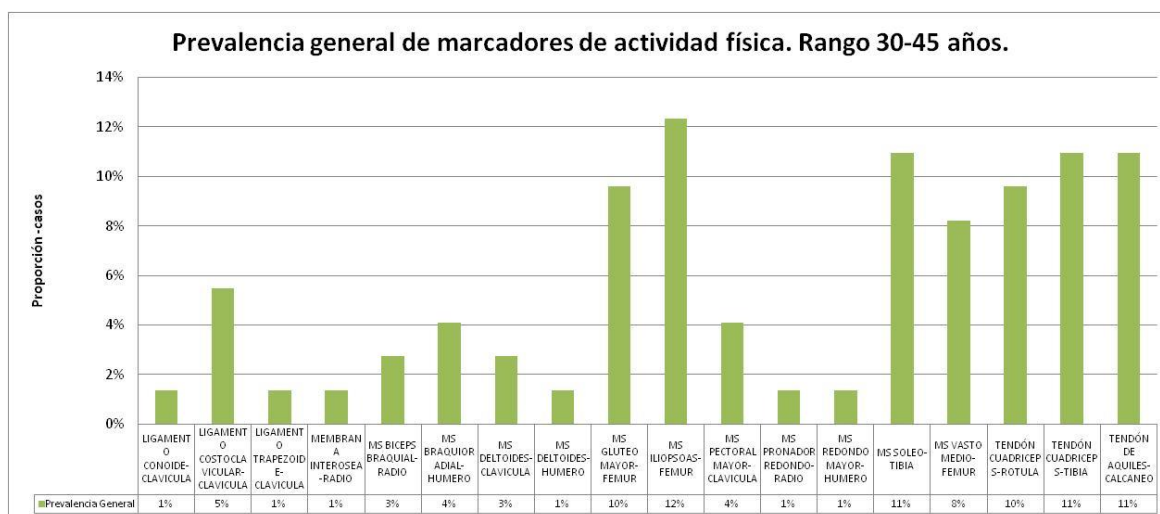
**Figura No. 10:** Inserción del músculo pronador redondo en el radio (Individuo No 12. 30-45 años)

Grado de expresión: 3

(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)



## PREVALENCIA GENERAL DE MARCADORES DE ACTIVIDAD FÍSICA EN EL RANGO DE EDAD 30-45 AÑOS



**Tabla No. 4:** Prevalencia general de marcadores en el rango de edad 30-45 años

Al efectuar la organización de los datos en este rango de edad, se pudo obtener la Tabla No. 4. En ella se aprecia la distribución general de la expresión de los marcadores de actividad, pudiéndose observar cómo hay una tendencia general hacia la definición fuerte (grado de expresión 3); así sobresale la prevalencia de los siguientes:

- Iliopsoas - fémur (Figura No. 11): (Prevalencia del 12% en el total de marcadores para el rango de edad 30-45 años). Corresponde a nueve casos (Grado 2: 1; Grado 3: 8) en los que se observa en el borde medial un “labio”, junto con marcas musculares (rugosidades) que se presenta en el lado del trocánter hacia el eje femoral. En los casos en los que se halla que la inserción superior esta fija, este tirará del muslo hacia adelante, simulando la flexión

de la cadera. Por el contrario, cuando la inserción inferior es fija, éste tirará de la pelvis hacia adelante, provocando de nuevo la flexión de la cadera (Palastanga: 2000).

- Soleo - tibia (Figura No. 12): (Prevalencia del 11% en el total de marcadores para el rango de edad 30- 45 años). Corresponde a ocho casos (Grado 3: ocho) en los que se observa una cresta muy levantada y rugosa. En algunas ocasiones esta inserción se observó en forma de “fosa”, con una superficie rugosa al tacto. La importancia de éste radica en que es uno de los dos músculos flexores plantares principales del tobillo, está situado de tal forma que impide, que al estar de pie, el cuerpo se caiga hacia delante en la articulación del tobillo (Palastanga: 2000).



**Figura No. 11:** Inserción del músculo Iliopsoas en el fémur (Individuo No 06. 30-45 años)  
 Grado de expresión: 3  
 (Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)



**Figura No. 12:** Inserción del músculo soleo en la tibia (Individuo No 04. 30-45 años)  
 Grado de expresión: 3  
 (Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

■ Glúteo mayor - fémur: (Prevalencia del 10% en el total de marcadores para el rango de edad 30-45 años). Corresponde a siete casos (Grado 2: uno; Grado 3: seis), los cuales se manifiestan en el grado 3 (fuerte), de manera que se observa una cresta bien definida y elevada; en algunos casos se identificó una fosa profunda y rugosa. Como se mencionó anteriormente, este músculo interviene halando la diáfisis

femoral hacia atrás cuando el movimiento proviene desde la región superior, resultando la extensión de la articulación de la cadera flexionada; también permite el giro lateral del fémur en la extensión y dada su ubicación lateral, ofrece apoyo a la zona lateral de la rodilla. Igualmente es un actor importante en los movimientos que permiten la elevación del tronco desde la posición sedente (Palastanga: 2000).



**Figura No. 13:** Inserción del músculo glúteo mayor en el fémur (Individuo No 15. 30-45 años)  
 Grado de expresión: 3  
 (Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ Tendón del cuádriceps crural - tibia: (Prevalencia del 11% en el total de marcadores para el rango de edad 30-45 años). Corresponde a ocho casos (Grado 2: uno; Grado 3: siete) en los que se observa una cresta en la tuberosidad ubicándose diagonalmente desde el lado íferolateral

a la parte superomedial del hueso. Es importante señalar, que la inserción del tendón cuádriceps en la tibia, permite el movimiento de extensión de la pierna, conjugado con su porción localizada en la rótula, cuando se contrae el músculo cuádriceps (Palastanga: 2000).



**Figura No. 14:** Inserción del tendón cuádriceps en la tibia (Individuo No 15. 30-45 años)  
 Grado de expresión: 3  
 (Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ **Tendón de Aquiles-- calcáneo:** (Prevalencia del 11% en el total de marcadores para el rango de edad 30-45 años). Corresponde a ocho casos (Grado 2: uno; Grado 3: siete) en los que se observa una cresta muy protuberante que puede estar acompañada de “festones de hueso” o proyecciones osteofíticas. Es

considerado el tendón más grueso y fuerte del cuerpo, a través del cual los músculos de la pantorrilla ejercen su fuerza sobre la parte posterior del pie durante la fase propulsora (caminar, correr, saltar, etc.). Se ha sugerido que el tendón de Aquiles puede soportar tensiones de hasta 10 toneladas (Palastanga: 2000).



**Figura No. 15:** Inserción del tendón de Aquiles en el calcáneo (Individuo No 6. 30-45 años) Grado de expresión: 3  
(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ **Vasto medio-fémur:** (Prevalencia del 8% en el total de marcadores para el rango de edad 30-45 años). Corresponde a seis casos (Grado 3: seis) en los que se observa una cresta muy levantada y rugosa. La contracción de éste músculo estabiliza la

articulación de la rodilla y causa la extensión de la pierna, también se activa en la fase final de la extensión y opone resistencia al movimiento lateral de la rótula provocado por la angulación del fémur (Palastanga: 2000).



**Figura No. 16:** Inserción del músculo vasto medio en el fémur (Individuo No 18. 30-45 años) Grado de expresión: 3  
(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

▪ **Tendón del cuádriceps-rotula:** (Prevalencia del 10% en el total de marcadores para el rango de edad 30-45 años). Corresponde a siete (Grado 2: cuatro; Grado 3: tres) casos en los que se observa que se forma sobre el margen anterosuperior del hueso, una cresta de superficie áspera, en algunos casos con

crestas pequeñas o proyecciones osteofíticas. Como se mencionó en la sección correspondiente a la inserción del tendón cuádriceps en la tibia, ésta hace posible el movimiento de la rodilla y la extensión de la pierna cuando se contrae el músculo cuádriceps. (Palastanga: 2000)



**Figura No. 17:** Inserción del tendón cuádriceps en la rótula (Individuo No 1. 30-45 años) Grado de expresión: 3  
(Fotografía recopilada, adaptada y modificada por la autora. 2017)

## PANORAMA GENERAL DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA DE VEINTE CADÁVERES

La organización de los datos recabados, los cuales se clasificaron a partir de criterios como tipo de hueso, marcadores de actividad física y rango de edad, permitió observar algunas cuestiones de alcance general, entre las que se cuentan:

Las características generales de la muestra concerniente al sesgo causado por el sexo biológico de los individuos, los criterios aplicados para posibilitar la aplicación de

la metodología de valoración de marcadores de actividad física, junto con el reducido número de individuos, son los principales factores que limitan el alcance de las afirmaciones que se puedan acotar respecto al conjunto de datos.

Al aplicar el filtro de organización por cada una de las tres categorías propuestas, se observa que los datos se agrupan en función de los rangos de edad.



Para el rango de edad 20-29 años se observaron marcadores de actividad física evidentes en escapula, clavícula, húmero, radio, cúbito, fémur y rotula, que abarcan dieciséis puntos topográficos. De ellos, el 31% corresponden a 5 marcadores; mostraron un grado de expresión que comprometió ambos grados, a saber: la inserción del tríceps braquial en la escapula, la inserción del pectoral mayor en la clavícula, el punto correspondiente al ligamento conoide en la clavícula, la inserción del supinador en el cúbito, y la cresta correspondiente a la membrana interósea del radio.

En el rango de edad 20-29 años se observan tres estructuras óseas con marcadores de actividad física con prevalencia en el grado dos de expresión (marcado), las cuales corresponden a la inserción del pronador redondo en el radio, la inserción del músculo deltoides en el húmero, la inserción músculo glúteo mayor en el fémur, fenómeno que se expresa en el 18,7% de la muestra.

Para la manifestación exclusiva del grado de expresión 3 (fuerte), se observa una prevalencia en la inserción del músculo tríceps braquial en el radio, la inserción del ligamento trapezoide en la clavícula, la inserción del músculo redondo mayor en el húmero, y la inserción del tríceps braquial en el cúbito, lo cual abarca el 25% de los marcadores de actividad física evidenciados para este corte de edad (4 de 16 marcadores).

La prevalencia de los marcadores de actividad física para el corte de edad 20-29 años se ve matizada por la cantidad de superficies óseas observadas (16), frente al número de individuos disponibles para el estudio; de ahí que el grueso de marcadores se considere prevalente con solo dos casos (7%), siendo el tamaño de la muestra un factor limitante en su interpretación, ya que abarca el 62,5% de casos para este corte de edad (10 casos).

La organización de los marcadores de actividad física en el rango de edad 20-29 años sugiere una expresión más acusada en estructuras pertenecientes al tren superior.

En el rango de edad 30-45 años se observaron 18 marcadores de actividad física en siete huesos (clavícula, húmero, radio, fémur, rotula, tibia y calcáneo).

Para el rango de edad de 30-45 años existe una clara prevalencia de marcadores de actividad física con grado de expresión 3, situación evidenciable en el 55,5% de los casos, en donde el marcador de actividad física se manifiesta solo en este grado (fuerte).

En contraste a lo anterior, solo hay un caso en el que un marcador es clasificado exclusivamente como grado de expresión 2 (marcado), correspondiendo al ligamento trapezoide de la clavícula con una prevalencia general de solo un 1%.

Los picos más altos en la expresión de los marcadores de actividad física en los grados marcado y fuerte, corresponden a:



la inserción del músculo Iliopsoas (12%) y glúteo mayor (10%) en fémur, inserción del tendón cuádriceps (11%) y músculo soleo en tibia (11%), y la inserción del tendón de Aquiles en el calcáneo (11%).

La organización de los marcadores de actividad física en el rango de edad 30-45 años sugiere una expresión más acusada en estructuras pertenecientes al tren inferior.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La documentación de la manifestación de algunos marcadores de actividad física en la muestra empleada para este estudio tuvo como fundamento el principio que relaciona movimientos repetitivos con cambios en la arquitectura del hueso. La comprensión de este fenómeno ha impulsado desarrollos en diversos campos como la antropología física y la antropología forense, teniendo como sustento la anatomía humana, en particular los estudios de biomecánica; de ahí que este trabajo incluya todo un componente sobre las características de los principales movimientos y su manifestación en el sistema músculo esquelético.

El estudio de los marcadores de actividad física se constituye en un punto de encuentro entre campos tan amplios como la anatomía humana y la antropología física, confluyendo en su aplicación forense. El potencial de estas disciplinas en el campo de la identificación de cadáveres radica tanto en la producción de información sobre características biológicas de los individuos (sexo, edad biológica, estatura, rasgos individualizantes, y alteraciones del tejido óseo), como en la determinación de la causa y manera de la muerte, datos que

solo se pueden obtener al integrar las técnicas de documentación anatómica de secciones corporales y hallazgos morfológicos, estudios sobre diversidad poblacional generados desde la antropología física, y análisis sobre mecanismos productores de traumas derivados de disciplinas como la patología, la medicina y la antropología forense. El lenguaje metodológico básico sobre el cual se sustenta el diálogo interdisciplinar entre estos campos del saber se halla en la anatomía humana, dimensión que al ser profundizada permite ampliar el espectro de conocimientos con los cuales se enfrenta la problemática misma de la identificación de un individuo.

La problemática de identificación de cadáveres en Colombia atiende a factores históricos de larga data, como la violencia política, la emergencia y consolidación de grupos guerrilleros, surgimiento de economías ilícitas y el origen de grupos armados de ultraderecha – paramilitares, cuyas dinámicas se manifiestan hoy en el número de personas víctimas de desaparición forzada y homicidio, teñidos con sistemáticas violaciones a los derechos humanos. Por ello, el sistema médico legal se ve abocado a promover la exploración

de instrumentos metodológicos que permitan impactar positivamente los procesos de individualización e identificación, especialmente en cadáveres que se hallan en estado esquelético, pues la ausencia de tejidos blandos, resta fuentes de información, factor que es compensado con una estrategia de análisis interdisciplinario así: médicos, antropólogos, odontólogos, por nombrar algunos, intervienen para reconstruir a partir de los tejidos duros la biografía biológica del individuo.

Es en esta línea que cobra pertenencia la documentación de los marcadores de actividad física, ya que por sí mismos constituyen una fuente de datos sobre aspectos de la vida del individuo, este trabajo apuntó a explorar el posible rol que puede desempeñar este tipo de información en el contexto de la identificación. El desarrollo del componente teórico permitió evidenciar la existencia de un marco analítico sistemático, amplio y confiable, que desde la anatomía funcional y la biomecánica permite comprender los procesos biológicos por los cuales se sucede el desarrollo, pronunciamiento o cambio de zonas de inserción muscular y ligamentosa, aspecto que en la actualidad no ha sido del todo explotado en el desarrollo de los procedimientos de identificación.

Otro aspecto paralelo, apunta a las posibilidades manifiestas de observar de manera estandarizada los cambios en estas áreas del sistema músculo-esquelético, existiendo en la actualidad técnicas, que si

bien han sido construidas a partir de muestras de poblaciones europeas con hábitos y calidad de vida diferente, sí permiten encontrar correlatos que facilden su ajuste y aplicación a la casuística local.

Por lo anterior, se propone continuar con el desarrollo de la problemática planteada en este trabajo, a fin de contemplar la inclusión de otras variables, entre las que cabe destacar: ampliación de la muestra, a fin de alcanzar un número representativo de casos, incluir individuos de sexo femenino, y por último, tratar de seleccionar un conjunto de cadáveres en los que se posea información confiable sobre su contexto ante-mortem, ya que este factor permitirá dimensionar posibles relaciones entre actividades cotidianas repetitivas y los hallazgos morfológicos debidos a la actividad física.

### **Recomendaciones**

Este estudio se constituyó en una aproximación general al fenómeno del desarrollo y cambio morfológico del sistema músculo esquelético, requiriéndose continuar los esfuerzos en esta línea de análisis considerando factores como:

Ampliar el número de individuos a fin de consolidar una muestra representativa que permita formular prevalencias de marcadores de actividad con alcance poblacional.

Incorporar individuos de sexo femenino a fin de evaluar la prevalencia de marcadores de actividad física, respecto a su expresión en individuos masculinos,

permitiendo establecer el peso interpretativo de la variable de dimorfismo sexual.

Someter al análisis otras variables osteológicas como masa corporal y robustez ósea, observando su relación con los grados de expresión de los marcadores de actividad física.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los profesores que durante dos años me enseñaron con dedicación y me apoyaron para alcanzar esta meta.

AL **Dr. Luis Enrique Caro Henao** por compartir todo su conocimiento durante horas en el anfiteatro, y por su constante apoyo, entrega y acompañamiento en el desarrollo de esta investigación.

AL **Dr. Dimas Denis Contreras**, por su orientación y dedicación en el proceso de consolidación de éste trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Acosta Vergara María Alejandra 2010.** Patrones de actividad ocupacional en la población del periodo temprano 500 AC - 500 DC del valle geográfico del río Cauca. Monografía inédita – Maestría en Antropología. Universidad Nacional de Colombia.

**Arrieta Mario y Oswaldo Mendonca 2011.** Enfermedad degenerativa articular y uso del cuerpo en Rincón chico 21 (Santa María, Catamarca). En: Revista Argentina de Antropología Biológica- Volumen 13, Número 1, Páginas 03-17. Enero-Diciembre.

**Aufderheide C.C. y C. Rodríguez- Martín 1998.** Human Paleopathology. Editorial: Cambridge University Press.

**Benjamin M, Toumi H, Ralphs Jr, Bydder G, Best T M, Milz S. 2006.** Where tendons and ligaments meet bone: attachment sites (“entheses”) in relation to exercise and/ or mechanical load. En: Journal of Anat. Vol. 208: 471-490.

**Buikstra J E, Ubelaker D M 1994.** Standards for data collection from human skeletal remains. Arkansas Archeological Survey Research Series, N°. 44. Fayetteville. Arkansas Archeological.

**Cailliet, R. 2006.** Anatomía funcional, biomecánica. Editorial Marbán. Barcelona, España.

- Campillo D, Subirá M E. 2004.** Antropología física para arqueólogos. Editorial: Ariel Prehistoria. Barcelona – España.
- Caro Dobón Luis y Fernández Suarez María Edén. 2006.** Marcadores óseos en el medioevo peninsular. Informe antropológico inédito. Junta de Castilla y León. España.
- Drake, R. L., Wayne Vogl., & Mitchell, A. 2015.** Gray Anatomía para estudiantes, editorial: Elsevier. Barcelona - España.
- Galtés I, Jordana X, Malgosa A. 2007.** Marcadores de actividad en restos óseos. En: Cuadernos de Medicina Forense. Vol. 13 (48- 49): 179-189.
- Gowitzke, B. A., & Milner, M. 1999.** El cuerpo y sus movimientos: bases científicas. Editorial Paidotribo. Barcelona - España.
- Guillen del castillo, M., & Linares Girela, D. 2002.** Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano. Editorial: Medica Pan. Madrid.
- Fucci, Benigni, Fornasari. 2003** Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular. Editorial Elsevier. Barcelona-España.
- Izquierdo, M. 2008.** Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte. Editorial: Medica Pan. Buenos Aires - Argentina.
- Kennedy K A R 1989.** Skeletal markers of occupational stress. En Iscan M y, Kennedy K A R. Reconstruction of life from the skeleton. New York: Alan R Liss, 1989; 129-160.
- Lieber, R. L. 2004** Estructura del músculo esquelético, función y plasticidad: bases fisiológicas de la fisioterapia. Editorial: McGraw-Hill. Madrid – España.
- Mann, R.W. Y Murphy, S.P. 1990** Regional atlas of bone disease. A guide to pathologic and normal variation in the human skeleton. Editorial: Springfield. Estados Unidos de Norteamérica.
- Mariotti Fiorenzo, Belcastro 2004** Enthesopathies – Proposal of a Standardized Scoring Method and Applications. En: Coll. Antropol. 28: 145–159.
- Miralles Marrero, R. C., & Puig Cunillera, M. 2002.** Biomecánica clínica del aparato locomotor. Editorial: Masson. Barcelona - España.

**Molnar P. 2006.** Tracing prehistoric activities: musculoskeletal stress marker analysis of a Stone- Age population on the island of Gotland in the Baltic Sea. En: *Am J Phys Anthropol*; 129: 12-23.

**Niño F P. 2005.** Metodología para el registro de marcadores de estrés músculo-esquelético. En: *Boletín de Antropología*, vol.19; 36: 255-268.

**Ortner Donald 2003.** Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains. Editorial: Elsevier.

**Palastanga Niguel, Field Derek, Soames Derek. 2000.** Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento. Editorial Paidotribo. Barcelona – España. Primera edición.

**Rodríguez Cuenca José Vicente. 2005.** Pueblos, rituales y condiciones de vida prehispánicas en el Valle del Cauca. Editorial: Universidad Nacional de Colombia- Bogotá.

**Rodríguez Cuenca José Vicente. 2006.** Las enfermedades en las condiciones de vidaprehispánicas deColombia. Editorial: Universidad Nacional de Colombia- Bogotá.

**Rodríguez Cuenca José Vicente. 2007.** Territorio ancestral, rituales funerarios y chamanismo en Palmira prehispánica, Valle del Cauca. Editorial: Universidad Nacional de Colombia – Bogotá.

**Ubelaker, D H. 1989.** Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. Manuals on Archeology. Washington.

**Ubelaker, DH 2003.** Interpretación de las anomalías esqueléticas y su contribución a la investigación forense. En: *Cuadernos de Medicina Forense* N° 33.

**Viel, E., & Plas, F. 2002** La marcha humana, la carrera y el salto. Editorial: S. A. MASSON. Barcelona - España.

---