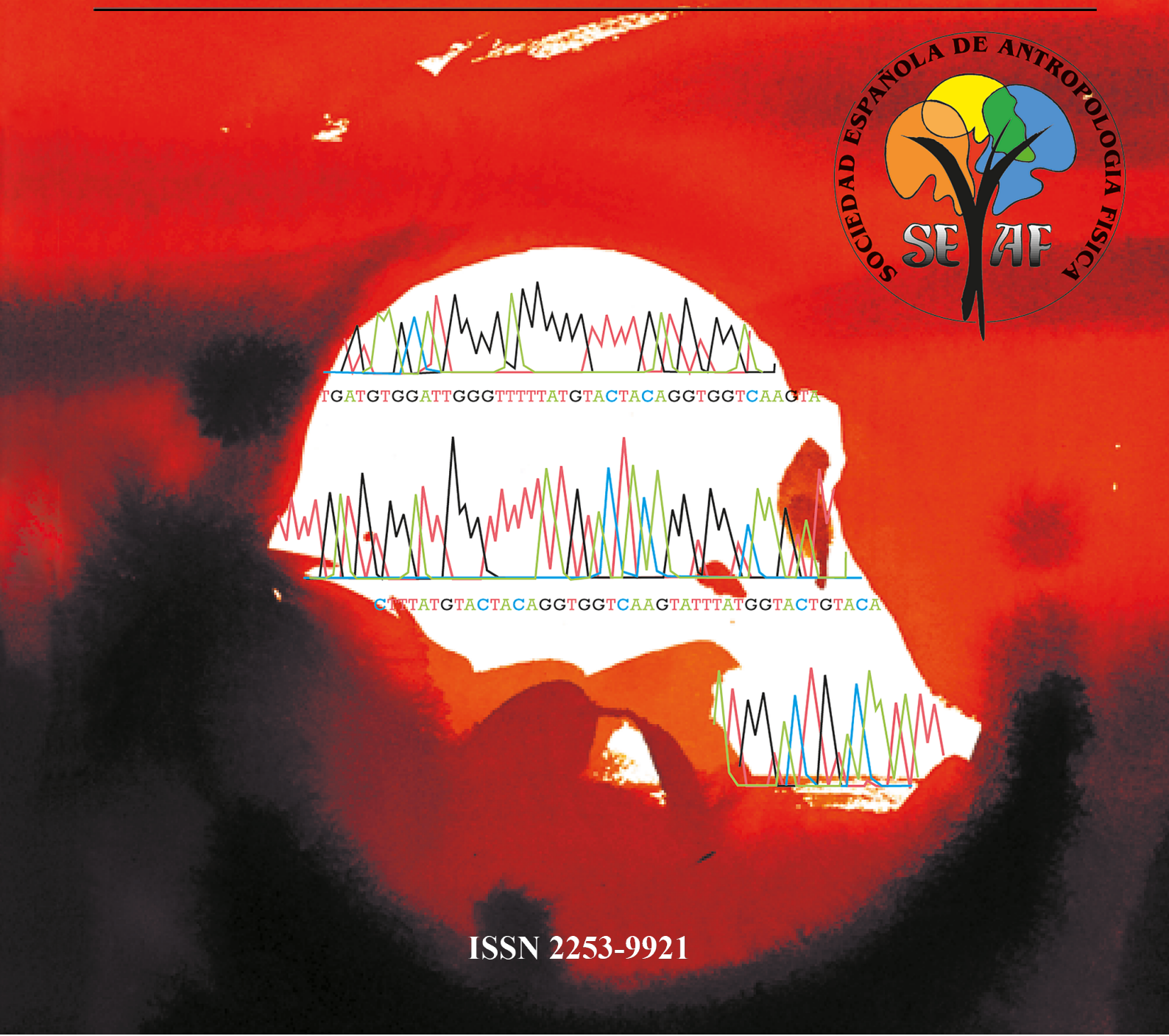
REVISTA ESPAÑOLA DE ANTROPOLOGIA FISICA

VOLUMEN 54-2026



ISSN 2253-9921

Revista Española de

ANTROPOLOGÍA FÍSICA



VOLUMEN 54 – 2026

ISSN 2253-9921

© **Revista Española de Antropología Física**

ISSN 2253-9921 - Depósito Legal LE-153-1995

Dirección Científica

Esther M. Rebato Ochoa (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU) - esther.rebato@ehu.eus
Mª José Blanco Villegas (Universidad de Salamanca) - mache@usal.es

Dirección Técnica

Noemí Rivaldería Moreno (Universidad de Alcalá) – noemi.rivalderia@uah.es
María Eugenia Ibañez Perez-Zamacona (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea) - mariaeugenia.ibanez@ehu.eus

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ANTROPOLOGIA FÍSICA (SEAF)

Junta Directiva 2024

Presidente: Pilar Montero López
Secretario: Candela Hernández de la Fuente
Tesorera: Belén López Martínez

Responsables de los Fondos Bibliográficos de la SEAF:
Laura Rodríguez García (Universidad de León) - lrodg@unileon.es

Web de la SEAF:
https://seaf.es/

Diseño de la portada: Nils Burwitz


SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ANTROPOLOGIA FISICA
SEAF

SUMARIO - Vol. 54 (2026)

01 **Olalla López-Céstas y Jaime Almansa Sánchez**

¿Podrán las antropólogas físicas excavar y estudiar esqueletos humanos? Percepción social, aspectos legales, y propuestas de futuro

13 **Selene Rodríguez-Caraballo y Rocío García-Mancuso**

Lesiones endocraneales, porosidad ósea y formación de hueso nuevo subperióstico en individuos no-adultos de una colección osteológica contemporánea

25 **Halima Daif, Imane Haddou, Ghizlane Benaddi, Halima Belaoufi, Hamid Chamlal, Hajar El Hendaoui, Firdaous Friki, Jamila Elbiyad, Habiba Liba, Mohammed Elayachi1 y Rekia Belahsen**

Prevalence and determinants of hypertension among Senegalese immigrants living in El Jadida, Morocco

40 **Alicia Portela-Estévez, Alín P. Acuña-Alonzo, Cesar A. Fortes-Lima, Araxi O. Urrutia, Javier Lescure, Georgios Athanasiadis y Antonio González-Martín**

Reconstrucción del origen de la población agote a través de la genómica computacional

49 **Houda Elfane, Sanaa El-Jamal, Imane Barakat, Halima Daif, Firdaous Friki, Mohammed El Ayachi y Rekia Belahsen**

Nutritional and biochemical status of pregnant women giving birth to low-birth-weight newborns in El Jadida Province, Morocco: a case-control study

60 **Rocío del Valle Núñez Alarcón, Marina Trani Sánchez y Rosa María Maroto Benavides**

Estudio de restos óseos vertebrales procedentes del altar de la antigua iglesia de la Santa Cruz del Castillo de la Estrella de Teba (Málaga)

ISSN 2253-9921

Rev. Esp. Antrop. Fís. (2026)
Vol. 54: 1-12

¿Podrán las antropólogas físicas excavar y estudiar esqueletos humanos? Percepción social, aspectos legales, y propuestas de futuro

Olalla López-Céstas[1,2] y Jaime Almansa Sánchez[1,2]

[1] CRETUS, EcoPast (GI-1553), Área de Arqueología, Departamento de Historia, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España.
[2] Archaeological Research Laboratory, Wallenberg Laboratoriet, Stockholm University, 10691, Stockholm, Suecia.

**Corresponding Author: olalla.lopez@usc.es*

RESUMEN

La antropología física o biológica, habiéndose establecido como disciplina en España en las facultades de Biología y Ciencias, estudia desde su inicio esqueletos humanos procedentes de contextos arqueológicos. Este reconocimiento se refleja en algunas de las leyes de patrimonio y los convenios colectivos, los cuales suelen denominar como «antropólogo físico» (la mayoría mujeres), al profesional que se encarga de la excavación y estudio de esqueletos inhumados o cremados – aunque la mayoría no hace explicita la mención a restos humanos. Sin embargo, la reciente creación del grado de Arqueología le ha dado una entidad a esta disciplina que la antropología física no ha conseguido, y plantea la duda de si al tratarse de materiales arqueológicos no debieran ser excavados y estudiados por profesionales arqueólogos. A ello se une el avance cada vez más común de terminología de origen anglosajona como la bioarqueología u osteoarqueología. Este hecho se observa en las encuestas al alumnado del máster de Arqueología de Santiago de Compostela, quienes no tienen claro quién debe realizar esta labor, e incluso consideran inusual que profesionales no-arqueólogas estudien esqueletos. A ello se unen las viejas reclamaciones de exclusividad desde la medicina sobre paleopatología y antropología física forense. Ante este panorama, el presente trabajo reflexiona sobre los posibles escenarios que se abren ante la convivencia entre disciplinas. ¿Será esto un espejismo, un bache pasajero, o el concepto de Antropología Física (asociado a esqueletos arqueológicos) terminará siendo un añadido atractivo en los estudios bioarqueológicos? ¿Podremos excavar y estudiar esqueletos en el futuro como profesionales de la Antropología Física?

Palabras clave:

Antropología biológica
Antropología Física
Bioarqueología,
Osteoarqueología
Legislación

Recibido: 25-02-2026

Aceptado: 22-05-2026

ABSTRACT

Physical or biological anthropology, having established itself as a discipline in Spain within the faculties of Biology and Sciences, has studied human skeletons from archaeological contexts since its origin. This recognition is reflected in some heritage laws and collective bargaining agreements, which often refer to the professional responsible for the excavation and study of inhumated or cremated remains as a "[male] physical anthropologist" (mostly women)—although most do not explicitly mention human remains. However, the recent creation of the Archaeology degree has given this discipline a recognition that physical anthropology has not achieved, and raises the question of whether, given they are archaeological remains, they should be excavated and studied by professional archaeologists. This is further compounded by the increasingly common use of Anglo-Saxon terminology such as bioarchaeology and osteoarchaeology. These circumstances are reflected in surveys of students in the master's program in Archaeology at the Universidade de Santiago de Compostela, who have doubts about who should carry out this work and even consider it unusual for non-archaeological professionals to study skeletons. This is compounded by long-standing claims of exclusivity from the medical field regarding paleopathology and forensic physical anthropology. Consequently, this paper reflects on the possible scenarios that arise from the coexistence of these disciplines. Will this be a mirage, a passing setback, or will the concept of Physical Anthropology (studying archaeological human remains) ultimately become an attractive addition to Bioarchaeological studies? Will we be able to excavate and study skeletons in the future as professionals in Physical Anthropology?

Keywords:

Biological Anthropology
Physical Anthropology
Bioarchaeology
Osteoarchaeology
Legislation

ISSN: 2253-9921
© 2026 Sociedad Española de Antropología Física

Introducción

Uno de los retos de la Sociedad Española de Antropología Física (SEAF), es la adaptación de nuestro conocimiento y disciplina a los nuevos tiempos. En España, esta disciplina se estableció en diversas facultades de Ciencias, especialmente Ciencias Biológicas. De acuerdo con la información vertida en la página web de la asociación (www.seaf.es) por la profesora Rosario Calderón, su implantación comenzó solo un año después de que naciéramos los dos firmantes de este trabajo (1984). Lo que quiere decir que es para nosotros la situación de base (*status quo*). Además, en el Real Decreto 387/1991 de 22 de marzo (BOE de 26 de marzo) se establecen las directrices del título en licenciado en Biología, incluyendo antropología física en el plan de estudios.

Desde el año 2000 (Consejo de Universidades, 2000), la antropología física aparece como área de conocimiento propia (Código 028), desligándose de la biología animal, y aparece también reconocida para la UNESCO (Código 240200) en el ámbito de ciencias de la vida. Dentro de sus descriptores en nuestro país, varios aluden a los esqueletos humanos sin especificar su antigüedad (osteología, antropología dental o biología esquelética), mientras que otros sí tienen un marco temporal específico: muy antiguo los que se refieren a la evolución humana, incluida la paleoantropología, y muy reciente los que se vinculan a la antropología forense. Además de ello, algunos de los descriptores se aproximan al campo de la medicina, como es la epidemiología y la medicina preventiva, y aunque no incluida específicamente, la paleopatología.

Por lo tanto, la situación de la antropología física y su estudio puede considerarse consolidada desde hace un cuarto de siglo. Sin embargo, desde su implantación ha surgido un problema adicional derivado de la falta de una formación propia de grado, cuestión que sí sucede en otros países, lo que hace depender de que los Másteres sean profesionalizantes. En nuestro país vecino, Portugal, la antropología física está ligada a una antropología más general, constituyendo una especialidad dentro de sus estudios de licenciatura/grado. Esto ha proporcionado un campo de especialización más claro, aunque no les ha prevenido de los debates más recientes. En España, al tratarse de un área que combina estudios de biología humana, pero también que trabaja con material arqueológico y/o paleontológico, y además evalúa aspectos de la salud humana, siempre ha habido un debate candente sobre si la formación de base debería ser biología, historia o medicina, o una combinación de varias para aquellos que la posean. Es decir, quién es un o una antropóloga física. Este problema se viene solucionando desde principios de este siglo mediante una especialización mayor a través de estudios de posgrado versados en esta área, que normalmente estaban establecidos en facultades de Biología, pero también en las de Medicina (como en la Universidad de Granada). Por lo tanto, una profesional de la antropología física es aquella persona que ejerce la profesión tras haber completado estudios de posgrado, o doctorado, en el área, pero no es poseedora de un grado específico, cosa que sí sucede con los profesionales colegiados en arqueología o biología. En este particular, los profesionales que ejercían dicho trabajo habiéndose formado en facultades o departamentos de Historia, eran menos comunes y normalmente incluían una codirección de formación biológica o médica.

La presencia de profesionales que ejercen el estudio de restos humanos en departamentos de Historia se justifica con la aparición de esqueletos en contextos arqueológicos, aunque la formación en antropología física en los grados de Historia era muy residual y normalmente como materia optativa ofertada desde otras facultades. Con la implantación de los primeros másteres de Arqueología a principios del siglo XXI y la emancipación de la arqueología como grado propio, que se comienza a implantar en el curso 2009/2010 (Universitat Autónoma de Barcelona) y poco a poco se fue extendiendo a otras universidades españolas, la presencia de la antropología física creció considerablemente. Sin embargo, la vinculación de la arqueología con la historia que prevalece en nuestro país no es la norma en todo el mundo. Por ejemplo, en el mundo anglosajón la arqueología estuvo tradicionalmente ligada a la antropología cultural y lleva años próxima a los estudios paleoambientales y geográficos. En muchos países americanos la arqueología, junto con la antropología física, caen bajo el paraguas de la antropología.

El hecho es, que mientras la arqueología adquirió un estatus propio en España, la antropología

física se difumina dentro de los estudios del grado (de Biología) con la consecuente pérdida de alumnado y carga docente, por ejemplo, en la Universidade de Santiago de Compostela, problema sobre el que llevamos más de una década reflexionando (Egocheaga, 2010). Sin embargo, la antropología física es muy amplia y muchas áreas dan asignaturas como Biología de las Poblaciones, Ecología Humana o Genética Humana, en próxima afinidad con áreas como ecología o genética (véase reivindicación de áreas afines pg. 75, y diferencias con la Biología Humana pg. 76, en Egocheaga, 2010). Veremos cómo se solventan estas afinidades en cada universidad una vez se apruebe el nuevo Real Decreto de las especialidades de conocimiento, donde la antropología física puede acabar en un ámbito más genérico.

El nuevo estatus de la arqueología le permite reclamar como propios el estudio de los materiales arqueológicos, independientemente de su origen biológico o no, en la subdisciplina llamada bioarqueología, que estudia los elementos botánicos y animales humanos o no humanos (no confundir con la bioarqueología anglosajona que se refiere exclusivamente al estudio de esqueletos humanos de contextos arqueológicos). Paralelo a ello, desde el establecimiento de la *New Archaeology* (arqueología procesual) a mediados del siglo pasado, el análisis de los llamados ecofactos (entre otros, esqueletos humanos) está constituyendo revolucionarias líneas de trabajo sobre el pasado, que se continuaron desde otras tendencias postprocesuales en las que el cuerpo y el medio ambiente tomaron un mayor protagonismo en las interpretaciones. Por ejemplo, en el libro de Díaz-Andreu y Portillo (2020) ya aparecen varios arqueólogos y arqueólogas que ejercen disciplinas tradicionalmente ejercidas por otros profesionales, por lo que nos estamos moviendo desde la multidisciplinariedad a la transdiciplinariedad de profesionales en arqueología. En consecuencia, se prolonga el viejo debate de quién puede estudiar los esqueletos humanos, pero con un actor más en el juego, la arqueología.

A todo esto, se suma el avance en los métodos de excavación y la mayor importancia de los restos humanos como elemento del patrimonio arqueológico, que ahora plantea la necesidad de profesionales especializados para el trabajo de campo y añaden un nuevo elemento al debate: quién puede ejercer la labor de excavación de dichos restos humanos.

En este trabajo trataremos de explicar cuál es la situación actual, tanto legislativa como práctica, así como entender mejor lo que nos ha llevado hasta ella. Consideramos que conocer estos puntos es clave para luchar contra una visión exclusivista del ejercicio de nuestro conocimiento.

Problemas terminológicos

Una terminología clara y consistente favorece la identificación de un colectivo tanto a nivel legislativo como institucional. Por lo tanto, se revisa en este apartado la variabilidad terminológica orientada a dar un marco antes de adentrarnos en la legislación y percepción social. Recientemente hemos experimentado un cambio de nombre en la asociación americana equivalente a la SEAF. En un proceso iniciado en 2018, desde 2021 han decidido sustituir el término «antropología física», por «antropología biológica», con la finalidad de evitar la herencia cultural del primer término (Turner, 2022). Este cambio viene precedido de extensas críticas al origen racista de la disciplina en Estados Unidos de América (p.ej. Blakey, 2021) o de la necesidad de la creación de una *New Physical Anthropology* basada en la biología humana incluyendo las nuevas perspectivas de la investigación de los últimos años (Fuentes, 2010). De hecho, desde hace tiempo, el uso de «antropología biológica» se viene observando principalmente en aquellos trabajos que abordan los aspectos éticos de la disciplina (Turner, Wagner y Cabana, 2018), y demandado por los socios de la misma como más éticamente correcto y menos controvertido, pues se consideraba vinculada al racismo (Fuentes et al., 2019). Esto no es un caso aislado, ya que con este cambio han cobrado fuerza un gran número de términos para ahondar en diversos matices. ¿Será esta la apertura de la caja de pandora?, ¿qué término es el correcto?, ¿cuál el menos controvertido?, revisaremos a continuación su uso.

En España se ha recorrido un camino opuesto en el tema del cambio de nombre. La historia de la Antropología Física aquí puede consultarse en diversos artículos (entre otros Calderón, 2010, 2022; Egocheaga, 2010; Garralda, 2010; Canales Bartra y

Benet Cugat, 2021). En ellos se explica el cambio del año 2000, pasando de ser la Sociedad Española de Antropología Biológica (SEAB) a la de Antropología Física (SEAF), después de un intensísimo debate (al cual asistió uno de los firmantes, OLC). El principal argumento a favor fue vincular la sociedad al nombre del área de conocimiento que tanto esfuerzo llevo conseguir (para el área ver Calderón, 2010, 2022). Sin embargo, muchos vimos en este cambio un movimiento hacia una antropología más integradora al desvincularse de la «biología» y optar por una más genérica «física». Cabe reflexionar aquí sobre dos cosas. La primera es si no estaríamos dando un paso atrás en la integración si en algún momento, por afinidad con el mundo anglosajón y olvidando nuestra propia historia, se optase por el cambio de nombre de nuevo. La segunda, es la escasa reflexión sobre el mundo histórico-arqueológico que se hace en estos repasos de nuestra sociedad. En ellos se indica que la mayoría de profesionales pertenece «a las Facultades de Biología o Ciencias y, con unas pocas puntuales excepciones, en las Facultades de Medicina» (Calderón, 2022), aunque la precursora de la SEAF no es otra que la Sociedad Española de Antropología, Etnología y Prehistoria (Egocheaga, 2010).

En la Figura 1 vemos la progresiva sustitución de términos a lo largo del tiempo. Se observa un temprano uso de «osteología» como la ciencia que estudia el esqueleto humano actual y pasado, que experimenta un descenso en su uso con el inicio del término «antropología física» a finales del siglo XIX. A pesar de las posibles connotaciones negativas vinculadas al racismo (Fuentes et al., 2019), se observa un incremento estable en el uso de esta palabra en todo el siglo XX, con una disminución moderada en los últimos 5 años. La palabra osteología recupera ligeramente su uso después de la Segunda Guerra Mundial, principalmente en el mundo nórdico (p.ej. Suecia) donde muy rápidamente la antropología física adquiere el significado negativo que ha promovido su cambio reciente a biológica. En cierta manera se puede ver también en la Figura 1 que el término «antropología biológica» es bastante reciente y su empleo es mucho menor que su vertiente «física», siendo su vinculación al racismo algo que ha aparecido recientemente. Valga como ejemplo el empleo de la palabra «antropología física» por Juan Comás, quien trabajó en contra de la discriminación de los pueblos (traducción de sus trabajos en Alfonso y Little, 2005). La disminución ligera en los últimos años del uso de «antropología física» parece ligada al empleo del término «bioarchaeology» desde su uso en los Estados Unidos de América para explicar el estudio de esqueletos humanos arqueológicos con perspectiva social (para entender el pasado humano). Resulta curioso cómo se hace hincapié en que la bioarqueología es una ciencia social, que no humanística ni biológica, siendo esta su principal diferencia con la antropología biológica. No obstante, luego se incluyen sus miembros dentro de la Asociación Americana de Antropología Biológica (ver introducción en Buikstra et al., 2022). Este empleo en castellano lleva a la confusión con la más amplia acepción de «bioarqueología», que incluye la arqueobotánica, zooarqueología y antropología física, así como sus vertientes más biológicas como la arqueozoología. En este aspecto, Canales Bartra y Benet Cugat (2021) hacen un repaso extenso sobre la terminología en los países del Sur de Europa.

Por tanto, podemos inferir de la Figura 1 que siempre ha habido cambios en el empleo de los términos, quizás vinculados a tendencias o quizás a la ampliación del conocimiento y tecnología, pero que en los siglos XX y XXI el concepto «antropología física» es predominante. No obstante, también muestra la aparición de un racimo de terminologías más o menos sinónimas desde 1980 y su proliferación desde 2010. La pérdida de un término que englobe la práctica hace más fácil la compartimentalización y la falta de referencia, ahora que el término antropología física no parece ser aceptado en algunos sectores y países. Las diferencias entre una persona que ejerce la osteoarqueología, o la antropología física o biológica, o la bioarqueología en su acepción anglosajona, son tan sutiles que complican la posible legislación sobre un perfil profesional. Incluso se observa un incremento en el empleo de «antropología forense», muchas veces fuera del ámbito jurídico o médico-legal que le debería caracterizar. Valga como ejemplo de esto último el estudio «forense» de esqueletos romanos (Grandal-d'Anglada et al., 2015). Si dentro del colectivo nos cuesta definir qué somos, es difícil que podamos ser reconocidos.

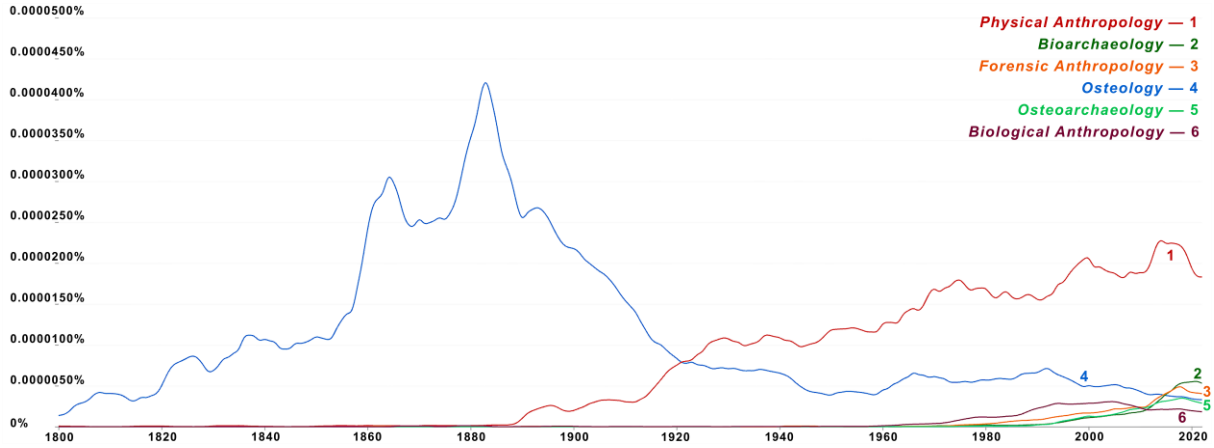


Figura 1. Diagrama de Ngram (Google) producido en 2024 sobre la frecuencia de los nombres osteology, physical anthropology, bioarchaeology, forensic anthropology, osteoarchaeology and biological anthropology en libros desde 1800 hasta 2023. Empleando términos en castellano el resultado no es continuo para la mayoría de los términos debido al menor número de libros incluidos en el estudio.

Legislación

Ya desde la aprobación de la ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español se establece la necesidad de autorización para la realización de intervenciones arqueológicas y la entrega de los materiales (art. 42.1 y 2), así como la consideración de dominio público (perteneciente a toda la sociedad española) de los bienes recuperados (art. 44.1), entre los que se puede inferir también la inclusión de restos humanos, al compartir los valores expuestos en la ley. Desde la aprobación de la ley estatal y atendiendo a la transferencia de competencias a las Comunidades Autónomas, desde que se resolvieron los primeros recursos a la ley, muchas comunidades comenzaron a publicar sus respectivas leyes. A día de hoy, todas las Comunidades Autónomas cuentan con su ley y, aunque comparten la mayoría de los preceptos, cada una ha ido aportando pequeñas innovaciones y conceptos que complementan a la ley nacional (para profundizar en las leyes ver Querol, 2020). Además, en octubre de 2025 se ha aprobado el Plan Nacional de Arqueología (Arcos y Gordón, 2026) con el acuerdo de todas las administraciones autonómicas, abordando algunos de los principales temas que afectan a la profesión.

Centrándonos en el tema que nos ocupa, el panorama no es especialmente alentador. Revisando las leyes y reglamentos publicados hasta hoy, tan solo dos leyes y un reglamento hacen referencia explícita a los restos óseos o la antropología física. La ley gallega en referencia única al respeto de «los restos humanos situados en las aguas marítimas» (art. 102.c), la ley canaria reconociendo la especial sensibilidad de los restos humanos aparecidos (explícitamente momias, fardos, mortajas funerarias y restos antropológicos de las poblaciones aborígenes), que deben ser tratados con «gran tacto y respeto» (art. 87.2.c) y el reglamento balear, que explicita los restos óseos como material a entregar separado del resto (art. 16.7.c). Por su parte, el Anteproyecto de Ley andaluz presentado a principios de 2025 y aprobado en marzo de 2026, además de apuntar el especial cuidado a los restos humanos (art. 106.c), aporta una referencia específica a la antropología física al plantear que «en toda actividad arqueológica el equipo que la lleve a cabo deberá tener una composición interdisciplinar adecuada a las características de la misma. En todo caso, se contará con antropólogos físicos cuando en la actividad arqueológica estén o puedan existir restos humanos» (art. 97.4). Mientras la primera parte es común a varias leyes y reglamentos, la referencia explícita es única y representa un reconocimiento para una realidad que *de facto* se está dando desde hace años en buena parte del territorio español.

Ahora bien, si el reconocimiento de la necesidad de contar con técnicos competentes para las especificidades de los diferentes trabajos técnicos está recogido de forma genérica en muchas leyes y reglamentos, la capacidad de dirigir intervenciones es algo más controvertido, incluso de cara al Plan Nacional de Arqueología (donde se trata de forma directa). Pese a la controversia en la definición de las

titulaciones habilitantes para la dirección de intervenciones arqueológicas, entre posiciones abiertas a la multidisciplinariedad y otras partidarias de cerrar la posibilidad a titulaciones análogas al nuevo grado de Arqueología, la redacción final establece que «se deberá contar con el título de grado o licenciatura en Arqueología, o bien en Historia, Humanidades o Historia del Arte con especialidad y/o itinerario en arqueología» (Arcos y Gordón, 2026). Revisando las leyes aprobadas actualmente se pueden distinguir tres escenarios.

El primero, más restrictivo, es el que plantea la exclusividad de dirección a profesionales titulados en el área de Historia y Arqueología (y afines). Es el caso de Galicia (Reglamento, art. 5), Madrid (Ley, art. 61.2; 64.1), Melilla (Ordenanza, art. 6.1) y Valencia (Reglamento, art. 5). El segundo, deja la puerta abierta a otras especialidades con una redacción que alude a la capacidad técnica para abordar la intervención en cuestión (que se justificaría en la solicitud de los permisos). Es el caso de Andalucía (Reglamento, art. 7.2), Asturias (Reglamento, at. 91.1.a), Baleares (Reglamento, art. 7.1), Canarias (Ley, art. 91.4; Reglamento, art. 4.1), Cantabria (Ley, art. 77.2), Extremadura (Ley, art. 52.7; Reglamento, art. 3.1) y Murcia (Reglamento, art. 4.1). Finalmente, un tercer escenario interesante plantea la obligatoriedad de co-dirección por titulados en Biología y Geología con especialidad para excavaciones que cuentan con restos paleontológicos. Es el caso de Aragón (Reglamento, art. 3.3.d), Castilla y León (Reglamento, art. 111.2), Cataluña (Reglamento, art. 4), La Rioja (ley, art. 59.3), Navarra (Reglamento, art. 4.4) y País Vasco (Ley, art. 66.2).

Mientras que la práctica abre o cierra la puerta a la participación de profesionales de la antropología física sin alguna titulación del ámbito de la arqueología, este último escenario es una oportunidad interesante para tratar de influir en futuras modificaciones legislativas en las que se revalorice la necesidad de una mayor responsabilidad de la antropología física en contextos claramente necesarios como las necrópolis, independientemente de cuál sea su grado o licenciatura. Es decir, poder superar el rol de técnico auxiliar. Mención aparte merecería el contexto de excavación de fosas comunes y otros espacios arqueológicos de la Guerra Civil, con su propia idiosincrasia entre la antropología forense, predominante en el ámbito de las fosas comunes, y la práctica arqueológica, cada vez más frecuente en otros espacios (p.ej. Etxeberria y Solé, 2019).

Conviene a su vez destacar una cuestión interesante sobre el uso de la terminología en las normas españolas. Siendo los textos jurídicos un ámbito en el que la claridad de las definiciones se da, falsamente, por sentada (Miraut Martín, 2002), la ambigüedad terminológica de algunos artículos contrasta con el claro sentido de otros. En relación con la temática de este trabajo es de destacar el uso exclusivo en la legislación del concepto de «antropología» en su sentido de antropología social o cultural, en ningún caso desde una perspectiva más amplia, ni mucho menos relacionada con la antropología física. Salvo el caso mencionado del Anteproyecto de ley andaluz, ni se menciona la disciplina ni se da a entender en ninguno de los usos del término que pueda incluirla. Como mucho, se ve en el concepto de «especialista». Por otro lado, para una disciplina como la arqueología, en la que el ser humano es la medida de su objeto, se habla principalmente de actividad humana, de restos dejados por esa actividad, pero de forma muy minoritaria (los casos mencionados al principio de este apartado) de los restos de esos seres humanos que se supone están en el centro del espíritu de estas normas. Esto ha llevado históricamente al descarte de multitud de restos humanos, principalmente cremaciones, con la pérdida de información que esto ha supuesto para la propia arqueología. Afortunadamente, ya no se duda del valor de los restos humanos en el proceso de excavación y posterior estudio, pero quizás sigue sin dárseles el peso apropiado.

En este contexto es de destacar como uno de los anexos del recién aprobado Plan Nacional de Arqueología se dedica expresamente al tratamiento de restos humanos procedentes de intervenciones arqueológicas. El texto plantea cuestiones de interés tanto de cara al proceso de excavación como a la posterior conservación y custodia de los restos que pueden dotar de más protagonismo a la antropología física (mencionada directamente como disciplina de referencia en este campo). Igualmente, la reciente carta de compromiso publicada por el Ministerio de Cultura para el tratamiento ético de restos humanos ha abierto interesantes debates sobre la relevancia de la

antropología física y la importancia de los restos humanos procedentes de contextos arqueológicos y su contexto. Si estos textos influirán cambios legislativos a favor de la profesión en el futuro está por ver.

Mientras se busca una armonización de procedimientos y requisitos que mejore la regulación actual en arqueología, las buenas prácticas en la excavación y estudio de necrópolis pasan por la necesidad de incluir profesionales de la antropología física (muchas veces graduados en Historia) en campo. Si bien esta parte está mayoritariamente consensuada, la capacidad de dirección de intervenciones sería un extra a tener en cuenta para el futuro desarrollo profesional del sector y, aquí, ese futuro depende en buena medida de la discrecionalidad técnica en las administraciones competentes. ¿Quién estará en esas administraciones en un futuro próximo?

Encuestas de percepción

Los últimos años están viendo el inicio de un relevo generacional en las administraciones responsables del patrimonio arqueológico. Por ello, otro aspecto que nos puede ayudar a entender dónde estamos, es cómo se nos percibe desde las nuevas generaciones que se están formando en arqueología, ya que son quienes estarán en el futuro en los órganos de patrimonio y museos, así como dirigiendo las intervenciones arqueológicas, y decidiendo sobre quién tiene acceso o no a los esqueletos humanos arqueológicos. En este caso, incluimos en este trabajo un estudio de diez años sobre la percepción de los estudiantes del máster de Arqueología y Ciencias de la Antigüedad de la Universidade de Santiago de Compostela. En este máster se forma a las futuras y futuros profesionales de la arqueología, que dirigirán las intervenciones arqueológicas donde las antropólogas ejercerán su profesión y conformarán el personal de las direcciones generales de Patrimonio Cultural, museos y otras instituciones públicas del ámbito de la gestión del patrimonio arqueológico. En una asignatura obligatoria se le ha preguntado al alumnado algunas cuestiones relativas a la antropología física en relación con su trabajo como futuros profesionales de la arqueología.

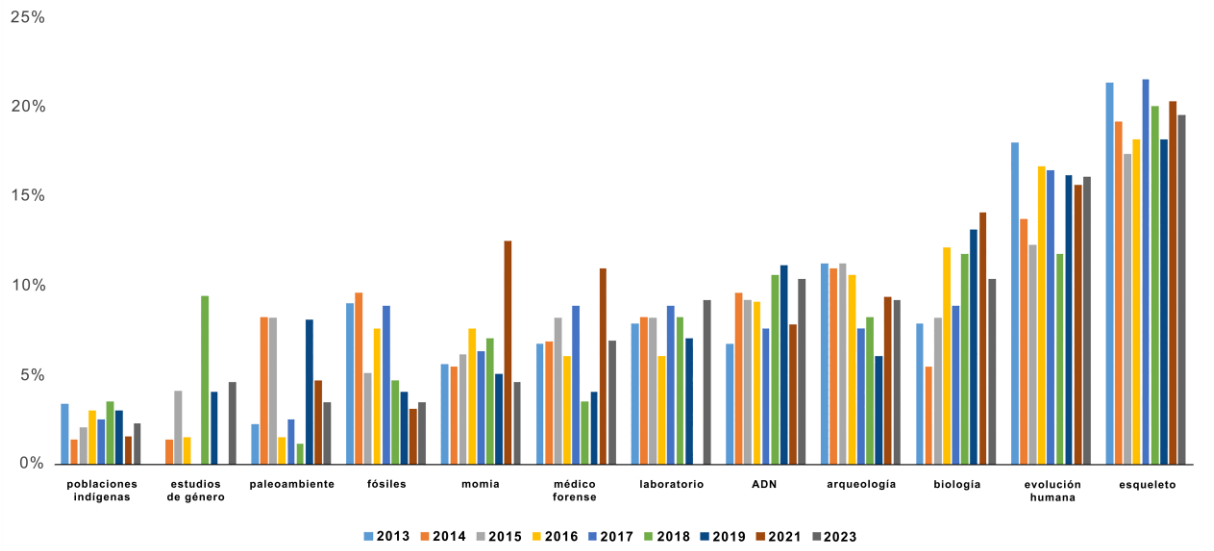


Figura. 2. Proporción de estudiantes del máster de Arqueología y Ciencias de la Antigüedad de la Universidade de Santiago de Compostela que vinculan el estudio de la antropología física en arqueología a cada uno de los términos nombrados (de 0 a 1, siendo 1 el 100%). Se les permite elegir un máximo de cinco términos. Resultados para 9 cursos desde 2013 a 2023, con una media de 20 personas por curso.

En la Figura 2 se observan los resultados de la encuesta anterior en una pregunta donde se les hace reflexionar sobre qué términos se vinculan a esta rama. La encuesta se realiza antes de que reciban ninguna explicación previa sobre antropología física, y normalmente a mediados del primer cuatrimestre del máster. De manera obvia la mayoría del alumnado la relaciona con el término «esqueleto», aunque es parecido el número de estudiantes que lo vinculan a la «evolución humana», a pesar de no existir aún ninguna asignatura sobre esta temática en el máster. La proporción de estudiantes que relacionan la antropología física con arqueología y biología es muy similar y bastante alta en ambos casos, con ligeras variaciones a favor de la biología. También es interesante que, aunque menos, el alumnado la relaciona también a la medicina forense. Finalmente, su relación con los estudios de género es variable, aunque resulta curioso que suele estar presente todos los años académicos (encuestas realizadas durante 10 años). Dentro de la misma encuesta, se les hace la pregunta de quién debe excavar y estudiar esqueletos humanos de contextos arqueológicos, que es el tema de este trabajo. En la Figura 3 se observa que la mayoría del alumnado lo vincula a personas especialistas en biología, mientras que la referencia a antropólogos o antropólogas físicas, salvo recientemente, es menos común. Resulta interesante que la opción, cualquiera de los anteriores (misma que antropólogos) les resulta difícil de seleccionar, por lo que es posible que en su mente tenga que ser la formación de grado o licenciatura la que marque esta profesión. El alumnado del máster tiene un perfil preferentemente en grado de Historia o Historia del Arte, por lo que pensamos que al no haber dado materias que versen solo sobre esqueletos o antropología física en su formación de grado les pueda resultar difícil vincularlos a su trabajo. Aunque no se ha hecho un seguimiento al terminar el máster, nuestra sensación es que la percepción de un tema tan ajeno a ellos como este fue cambiando a lo largo de las clases. Dicho esto, será interesante comparar los resultados de esta encuesta con otras realizadas en másteres de antropología física u otros másteres de arqueología.

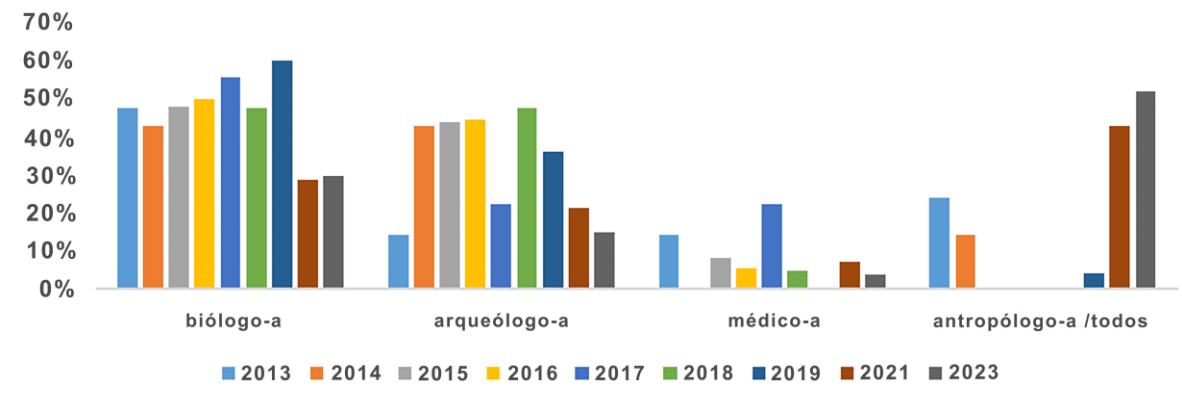


Figura.3. Resultados a la pregunta de quién debe ejercer la excavación y el estudio de esqueletos humanos de contextos arqueológicos. Proporción de estudiantes del máster de Arqueología y Ciencias de la Antigüedad de la Universidade de Santiago de Compostela (de 0 a 1, siendo 1 el 100%). Pregunta de respuesta única donde la última opción se lista como "cualquiera de las anteriores o un antropólogo o antropóloga". Resultados para 9 cursos desde 2013 a 2023, con una media de 20 personas por curso**.**

Antropólogas físicas

También está la cuestión de quién ejerce este trabajo normalmente, entre otros muchos aspectos el género de las profesionales. Diversos estudios han mostrado un sesgo de género importante en Arqueología y Antropología Física (Bardolph, 2014; Turner et al., 2018). En ambos casos, se trata de profesiones principalmente ejercidas por mujeres. Turner et al. (2018) van más allá observando diferencias entre las áreas de la antropología física. Aunque en todas ellas hay más mujeres ejerciendo la profesión, en el caso del estudio de esqueletos arqueológicos el porcentaje de mujeres se dispara, mientras que solo en evolución humana observamos un mayor número de hombres. Las causas de las

diferencias de género en las elecciones de la profesión suelen vincularse a cuestiones de prestigio social, normalmente áreas masculinizadas (Jaoul-Grammare, 2024), y del cuidado de la sociedad, áreas feminizadas. Aunque en áreas muy feminizadas como la antropología forense, los puestos de liderazgo suelen ser ejercidos por hombres (Pilloud y Passalacqua, 2022). Además, los procesos de publicación exigentes y con revisión entre pares suelen desfavorecer a las mujeres (Fulkerson y Tushingham, 2019), incluso en aquellos ejercidos por las mismas mujeres (ver sesgo de género en López-Costas y Alexander, 2019). Este hecho, junto con la dificultad mayor de conseguir grandes fuentes de financiación, y el prestigio social, pueden estar alejando a las mujeres de los grandes proyectos de paleogenómica y evolución humana, y favorecer su avance estudiando otras colecciones o métodos más accesibles.

En nuestra sociedad científica (SEAF), sucede algo parecido. Observando el nombre de la primera autora o autor de comunicación a los congresos de la SEAF (asumiendo los posibles errores que esto conlleva) vemos como en el congreso de 2019 el 60% de las comunicaciones tenían una autora con nombre femenino, mientras que en 2024 el porcentaje fue del 63%. Otros congresos no han publicado el nombre de pila de los firmantes, lo que dificulta esta comparación. Esto es similar a los porcentajes observados en otros países. Por lo tanto, hablamos de antropólogas físicas mayoritariamente, ya que cuando nos refiramos a estas profesionales tendremos en un 60 a 70% de las ocasiones a mujeres al frente de estos estudios.

Propuestas de futuro

Para los firmantes de este trabajo la respuesta a la pregunta sobre quién debe excavar y estudiar esqueletos humanos arqueológicos es clara. Debe hacerlo toda aquella persona que pueda realizar este trabajo correctamente, considerando que se trata de elementos biológicos y constitutivos de la evolución de una especie, así como elementos culturales vinculados a un periodo histórico. Es posible que algunos profesionales de la antropología física no consideren valioso el proceso de excavación, olvidando que una mala excavación y documentación de los restos y su contexto produce sesgos insalvables para el posterior trabajo en el laboratorio. Por ello, su excavación debe ser realizada teniendo en cuenta el contexto arqueológico (estratigrafía, etc.), así como las peculiaridades propias del objeto de estudio, que no dejan de ser restos de personas. La vinculación a una población y su estudio poblacional es tan importante como su contexto cultural. Y, yendo más allá, en su estudio deberemos participar desde todas nuestras líneas de trabajo y visiones: biología, medicina, arqueología, historia y todas las miradas que nos parezcan oportunas para complementar el conocimiento sobre los restos y lo que nos pueden contar de la vida en el pasado. Teniendo en cuenta la cantidad enorme de esqueletos arqueológicos depositados en nuestros museos que siguen esperando a ser estudiados, para nosotros la única exigencia es que no se destruyan, se traten con respeto y se publique todo lo que se haga con ellos. Sin embargo, no podemos, desde la antropología física, olvidarnos de los debates que nuestra sociedad está empezando a abrir, tales como cómo analizarlos, cómo preservarlos y cómo exponerlos.

Nos gustaría exponer tres propuestas para poder abordar los restos futuros en el estudio de esqueletos humanos de contextos arqueológicos. Primero, la creación de un grupo de trabajo sobre quién y cómo excavar y estudiar esqueletos humanos en entidades que vayan más allá de nuestra asociación, la SEAF, para poder así llegar a diferentes audiencias. Un posible punto de partida es la creación de este grupo dentro de ICOMOS (International Council on Monument and Sites), aprovechando su prestigio dentro del ámbito patrimonial. De hecho, en mayo de 2025 se organizó una primera mesa redonda sobre exhibición de restos humanos arqueológicos en el marco del Comité Científico Nacional de Gestión del Patrimonio Arqueológico y se ha planteado continuar trabajando desde este espacio en estos temas. Poder contar con un grupo mixto entre ambas asociaciones puede ser beneficioso para el impacto de los resultados finales, tanto por la calidad de las conclusiones como por el prestigio de las instituciones involucradas.

En segundo lugar, la creación de un código de la SEAF para la excavación y estudio de restos humanos de contextos arqueológicos. Un código consensuado propio de una asociación independiente permitiría a nuestros socios y socias poder ejercer su

trabajo dentro de unas líneas claras, que complementen desde la profesión las lagunas de unas regulaciones autonómicas vinculadas sobre todo al ejercicio de la arqueología. Este código de trabajo, en nuestra opinión, debe separarse de los preceptos ético-morales o deontológicos que se están estableciendo sobre la exposición de estos materiales o su consideración patrimonial, que están apareciendo en la actualidad con una marcada influencia del código moral de países anglosajones. Así, tanto algunas recomendaciones del ICOM (International Council of Museums) como la mencionada carta de compromiso recientemente publicada por el Ministerio de Cultura para sus museos, pueden tener consecuencias negativas para nuestra profesión y la propia investigación de las colecciones existentes. Hay que continuar alerta con este tema.

Finalmente, en este trabajo queremos promover el establecimiento de un diálogo con los colegios profesionales y las direcciones generales competentes, para constituir la antropología física como una de las voces a tener en cuenta en la gestión de la excavación y el estudio de esqueletos humanos en contextos arqueológicos. Como podemos ver en la píldora legislativa, la antropología física está casi desaparecida de nuestra legislación. Si bien está cada vez más aceptada la necesidad de participación en intervenciones arqueológicas, el grado de responsabilidad en algunos contextos debería ser similar al que algunas normas están aplicando para el ámbito de la paleontología. Se da por hecho que un profesional de la arqueología con experiencia excavando necrópolis lo hace bien, porque el seguimiento que se ha hecho históricamente de los resultados ha sido mínimo y apenas se exige un estudio muy básico de los restos para cerrar los expedientes. La figura de la SEAF podría proporcionar un agente de diálogo más allá de ese nombre heredado de un tiempo anterior. Con este último punto, podemos dar significado a la figura de la antropóloga física o antropóloga biológica, más allá de su formación de base y, tal vez, conseguir alcanzar un cambio normativo con el que poder dirigir intervenciones en las que los restos humanos son un elemento fundamental del yacimiento.

Agradecimientos

Este proyecto está financiado por la Unión Europea (ERC Consolidator Grant, PollutedPast, n101087832), Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (ITINERA, CNS2024-154815), y Xunta de Galicia (GRC, ED431C 2025/018). Los autores agradecen al equipo de PollutedPast su apoyo. Las opiniones expresadas son exclusivamente las de los autores y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las del Consejo Europeo de Investigación. Ni la Unión Europea ni las entidades financiadoras se hacen responsables de ellas.

Referencias bibliográficas

Alfonso M.P., Little M.A. (2005). Juan Comas's summary history of the American Association of Physical Anthropologists (1928-1968). Yearb Phys Anthropol 48:163-95. https://doi.org/10.1002/ajpa.20355.

Arcos M., Gordón J.J. (2026). Plan Nacional de Arqueología. Madrid: Ministerio de Cultura.

Bardolph D.N. (2014). A critical evaluation of recent gendered publishing trends in American archaeology. Am Antiq 79(3): 522-540. https://doi.org/10.7183/0002-7316.79.3.522.

Blakey M L. (2021). Understanding racism in physical (biological) anthropology. Am J Phys Anthropol 175(2): 316-325. https://doi.org/10.1002/ajpa.24208.

Buikstra J.E., DeWitte S.N., Agarwal S.C., Baker B.J., Bartelink E.J., Berger E., et al. (2022). Twenty-first century bioarchaeology: Taking stock and moving forward. Am J Biol Anthropol 178: 54-114. https://doi.org/10.1002/ajpa.24494.

Calderón R. (2010). 1990-2010: un periodo clave en la historia reciente de la Antropología Física, el caso de España. Rev Esp Antropol Fís 31: 79-83.

Calderón R. (2022). Una aproximación a la historia de la Antropología Física en España con especial referencia a la Universidad Complutense de Madrid. Su profundo origen universitario y la floreciente diversidad científica actual. Rev Esp Antropol Fís 45: 3-20.

Canales Bartra L., Benet Cugat J. (2021). Bioarqueología y Antropología Física en España: la problemática actual del estudio de esqueletos arqueológicos. Rev Esp Antropol Fís 44: 32-40.

Díaz-Andreu M., Portillo M. (2020). La interdisciplinariedad en la Arqueología española. En: Caro J., Díaz de la Fuente S., Ahedo V., Zuro D., Madella M., Galán J.M., Izquierdo L.R., Santos J.I. y Olmo R. (Eds.). Terra

Incognita: Libro blanco sobre transdisciplinariedad y nuevas formas de investigación en el Sistema Español de Ciencia y Tecnología: 51-58. PressBooks. Burgos (España).

Egocheaga J.E. (2010). Visión apasionada en el 34 aniversario de la Sociedad Española de Antropología Física. Rev Esp Antropol Fís 31: 71-77.

Etxeberria F., Solé Q. (2019). Fosas comunes de la Guerra Civil en el siglo XXI: Antecedentes, interdisciplinariedad y legislación. Hist Contemp 60: 401-438. https://doi.org/10.1387/hc.20310.

Fuentes A. (2010). The new biological anthropology: Bringing Washburn's new physical anthropology into 2010 and beyond — The 2008 AAPA luncheon lecture. Am J Phys Anthropol 143(S51): 2-12. https://doi.org/10.1002/ajpa.21438.

Fuentes A., Ackermann R.R., Athreya S., Bolnick D., Lasisi T., Lee S.H., McLean S.A., Nelson R. (2019). AAPA Statement on Race and Racism. Am J Phys Anthropol 169: 400-402. https://doi.org/10.1002/ajpa.23882.

Fulkerson T.J., Tushingham S. (2019). Who Dominates the Discourses of the Past? Gender, Occupational Affiliation, and Multivocality in North American Archaeology Publishing. Am Antiq 84(3): 379-399. https://doi.org/10.1017/aaq.2019.35.

Garralda M.D. (2010). Historia de la Sociedad Española de Antropología Física. Rev Esp Antropol Fís 31: 67-70.

Grandal-d'Anglade A., Serrulla F., Tomás Botella V., Pérez Rama M., Gómez M., Ramil González E. (2015). Vida y muerte de dos mujeres de Brigantium (NW de Iberia) mediante isótopos estables y antropología forense. Cad Lab Xeol Laxe 38: 45-66. https://doi.org/10.17979/cadlaxe.2015.38.0.3682.

Jaoul-Grammare M. (2024). Gendered professions, prestigious professions: When stereotypes condition career choices. Eur J Educ 59: e12603. https://doi.org/10.1111/ejed.12603.

López-Costas O., Alexander M. (2019). Paleodiet in the Iberian Peninsula: exploring the connections between diet, culture, disease and environment using isotopic and osteoarchaeological evidence. Archaeol Anthropol Sci 11(8): 3653-3664. https://doi.org/10.1007/s12520-019-00886-5.

Miraut Martín L. (2002). Reflexiones en torno a la doctrina del sentido claro de los textos jurídicos. Anuario de Filosofía del Derecho (AFD) Tomo XIX: 377-399.

Pilloud M.A., Passalacqua N.V. (2022). "Why are there so many women in forensic anthropology?": An evaluation of gendered experiences in forensic anthropology. Forensic Anthropol 5(2): 102-114. https://doi.org/10.5744/fa.2020/3002.

Querol M.A. (2020). Manual de Gestión del Patrimonio Cultural. Madrid: Akal.

Turner T.R., Bernstein R.M., Taylor A.B., Asangba A., Bekelman T., Cramer J.D., et al. (2018). Participation, representation, and shared experiences of women scholars in biological anthropology. Am J Phys Anthropol 165: 126-157. https://doi.org/10.1002/ajpa.23386.

Turner T.R., Wagner J.K., Cabana G.S. (2018). Ethics in biological anthropology. Am J Phys Anthropol 165(4): 939. https://doi.org/10.1002/ajpa.23367.

Turner T.R. (2022). Welcome to the AJBA. Am J Biol Anthropol 177(1): 3. https://doi.org/10.1002/ajpa.24456.

Anexo:

Normativa citada

ACUERDO de 3 de abril de 2000, de la Comisión Académica del Consejo de Universidades, por el que se crean nuevas áreas de conocimiento. Boletín Oficial del Estado, 115, de 24 de junio de 2000.

ANTEPROYECTO DE LEY de Patrimonio Cultural de Andalucía. Consejería de Cultura y Deporte, 18 de febrero de 2025.

CARTA DE COMPROMISO para el tratamiento ético de restos humanos en los Museos Estatales adscritos y gestionados por la Dirección General de Patrimonio Cultural y Bellas Artes del Ministerio de Cultura. Ministerio de Cultura, febrero de 2025.

DECRETO 108/1987, de 26 de noviembre, sobre normativa reguladora de las actuaciones arqueológicas en la Región de Murcia. Boletín Oficial de la Región de Murcia, 2, de 4 de enero de 1988.

DECRETO FORAL 218/1986, de 3 de octubre, por el que se regula la concesión de licencias para la realización de excavaciones y prospecciones arqueológicas. Boletín Oficial de Navarra, 126, de 13 de octubre de 1986.

DECRETO 6/1990, de 23 de enero, de la Diputación General de Aragón, por el que se aprueba el régimen de autorizaciones para la realización de actividades arqueológicas y paleontológicas en la Comunidad Autónoma de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 15, de 7 de febrero de 1990.

DECRETO 93/1997, de 1 de julio, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Diario Oficial de Extremadura, 83, de 17 de julio de 1997.

DECRETO 199/1997, de 10 de xullo, polo que se regula a actividade arqueolóxica na comunidade autónoma de

Galicia. Diario Oficial de Galicia, 150, de 6 de agosto de 1997.

DECRETO 78/2002, de 5 marzo 2002. Reglamento de protección del patrimonio arqueológico y paleontológico. Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya, 3594, de 13 de marzo de 2002.

DECRETO 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 34, de 16 de febrero de 2024 (versión consolidada).

DECRETO 262/2003, de 23 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre intervenciones arqueológicas en la Comunidad Autónoma de Canarias. Boletín Oficial de Canarias, 194, de 6 de octubre de 2003.

DECRETO 37/2007, de 19 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para la protección del Patrimonio Cultural de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, 79 de 25 de abril de 2007.

DECRETO 14/2011, de 25 de febrero, por el cual se aprueba el Reglamento de intervenciones arqueológicas y paleontológicas de las Illes Balears. Boletín Oficial de las Islas Baleares, 37, de 12 de marzo de 2011.

DECRETO 20/2015, de 25 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley del Principado de Asturias 1/2001, de 6 de marzo, de Patrimonio Cultural. Boletín Oficial del Principado de Asturias, 76, de 1 de abril de 2015.

DECRETO 107/2017, de 28 de julio, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de regulación de las actuaciones arqueológicas en la Comunitat Valenciana [2017/9511]. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, 8157, de 26 de octubre de 2017.

LEY 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. Boletín Oficial del Estado, 155, de 29 de junio de 1985.

LEY 11/1998, de 13 de octubre, de Patrimonio Cultural de Cantabria. Boletín Oficial del Estado, 10, de 12 de enero de 1999.

LEY 2/1999, de 29 de marzo, de Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura. Boletín Oficial del Estado, 139, de 11 de junio de 1999.

LEY 7/2004, de 18 de octubre, de Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja. Boletín Oficial del Estado, 272, de 11 de noviembre de 2004.

LEY 5/2016, de 4 de mayo, del patrimonio cultural de Galicia. Boletín Oficial del Estado, 147, de 18 de junio de 2016.

LEY 11/2019, de 25 de abril, de Patrimonio Cultural de Canarias. Boletín Oficial del Estado, 140, de 12 de junio de 2019.

LEY 6/2019, de 9 de mayo, de Patrimonio Cultural Vasco. Boletín Oficial del Estado, 128, de 29 de mayo de 2019.

LEY 8/2023, de 30 de marzo, de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid. Boletín Oficial del Estado, 192, de 12 de agosto de 2023.

LEY 4/2026, de 24 de marzo, de Patrimonio Cultural de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 65, de 7 de marzo de 2026.

ORDENANZA de Intervenciones Arqueológicas y Paleontológicas de la Ciudad Autónoma de Melilla. Boletín Oficial de la Ciudad Autónoma de Melilla, 4.099, de 29 de junio de 2004.

REAL DECRETO 387/1991, de 22 de marzo, por el que se establece el título universitario oficial de Licenciado en Biología y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél. Boletín Oficial del Estado, 73, de 26 de marzo de 1991.

Rev. Esp. Antrop. Fís. (2026)
Vol. 54: 13-24

Lesiones endocraneales, porosidad ósea y formación de hueso nuevo subperióstico en individuos no-adultos de una colección osteológica contemporánea

Selene Rodríguez-Caraballo[1] y Rocío García-Mancuso[2, 3]

[1] Universidad de La Laguna (Tenerife, islas Canarias, España)
[2] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (La Plata, Buenos Aires, Argentina)
[3] Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses (LICIF), Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (La Plata, Buenos Aires, Argentina)

Corresponding Author: srodrica@ull.edu.es

RESUMEN

El presente estudio analiza una colección osteológica contemporánea de individuos no-adultos con el objetivo de evaluar la posible relación entre lesiones endocraneales y otras alteraciones óseas potencialmente asociadas a procesos fisiopatológicos y contextos traumáticos. A partir de un total de 210 individuos no-adultos pertenecientes a la Colección Osteológica Prof. Dr. Rómulo Lambre, conservada en el Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses (LICIF) de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), se seleccionaron 10 individuos con edades comprendidas entre los 3 y los 12 meses que presentaban lesiones endocraneales. El análisis incluyó la evaluación macroscópica de lesiones endocraneales, porosidad ósea y depósitos de hueso nuevo subperióstico en cráneo y esqueleto postcraneal, así como la identificación de cribra orbitalia, cribra femoral y posibles evidencias de traumatismo en costillas y huesos largos. Los resultados obtenidos indican que las alteraciones observadas presentan una expresión anatómica variable y compatible con procesos patológicos sistémicos, metabólicos o infecciosos, más que con patrones traumáticos específicos. En este sentido, las lesiones endocraneales y poróticas deben interpretarse desde perspectivas multifactoriales y contextualizadas, lo que pone de relieve la necesidad de enfoques integrales en el estudio osteológico de individuos no-adultos en contextos forenses.

Palabras clave:

Lesiones endocraneales
Porosidad ósea
Cribra orbitalia
Individuos no-adultos
Estrés fisiológico
Colecciones osteológicas contemporáneas

Recibido: 13-02-2026
Aceptado: 30-06-2026

ABSTRACT

This study analyses a contemporary osteological collection of non-adult individuals in order to evaluate the possible relationship between endocranial lesions and other skeletal alterations potentially associated with physiopathological processes and traumatic contexts. From a total of 210 non-adult individuals belonging to the Prof. Dr. Rómulo Lambre Osteological Collection, housed at the Laboratory of Research in Forensic Sciences (LICIF) at the National University of La Plata (Argentina), 10 individuals aged between 3 and 12 months presenting endocranial lesions were selected. The analysis included the macroscopic assessment of endocranial lesions, bone porosity, and subperiosteal new bone formation in both the cranium and postcranial skeleton, as well as the identification of cribra orbitalia, cribra femoralis, and possible evidence of trauma in ribs and long bones. The results indicate that the observed alterations display variable anatomical expressions compatible with systemic, metabolic, or infectious pathological processes rather than with specific traumatic patterns. In this regard, endocranial and porous lesions should be interpreted through multifactorial and contextualised approaches, highlighting the need for integrative perspectives in the osteological study of non-adult individuals in forensic contexts.

Keywords:

Endocranial lesions
Bone porosity
Cribra orbitalia
Non-adult individuals
Physiological stress
Contemporary osteological collections

ISSN: 2253-9921
© 2026 Sociedad Española de Antropología Física

Introducción

La antropología biológica ha experimentado un notable desarrollo en el estudio de individuos no-adultos durante las últimas décadas, impulsado por la necesidad de mejorar la identificación, el diagnóstico diferencial y la interpretación de las alteraciones óseas observadas en individuos no-adultos. El estudio del esqueleto infantil plantea retos específicos derivados de los procesos de crecimiento y desarrollo, la elevada plasticidad del tejido óseo y la superposición morfológica entre cambios asociados a la ontogenia normal, procesos patológicos y posibles manifestaciones de trauma (Glencross y Stuart-Macadam, 2000; Lewis, 2004; White, Black y Folkens, 2011). Estas dificultades han convertido el estudio osteológico de individuos infantiles en uno de los principales ámbitos de desarrollo metodológico dentro de la antropología biológica contemporánea.

Este contexto ha favorecido nuevas aproximaciones al estudio de la infancia, ampliando las interpretaciones más allá de enfoques tradicionalmente adultocéntricos y reconociendo a niños y niñas como agentes sociales con un papel biológico y social propio (Corsaro, 2017; Lillehammer, 2018). En particular, en el ámbito de la antropología biológica y arqueológica, este cambio ha permitido integrar el estudio de los individuos infantiles en debates más amplios sobre salud, estrés fisiológico y condiciones de vida en poblaciones pasadas y contemporáneas (Lewis, 2007; Rivera y Mirazón Lahr, 2017). Asimismo, perspectivas recientes han destacado la importancia de incorporar aproximaciones bioculturales y de curso de vida en la interpretación de los indicadores osteológicas de salud infantil, considerando la interacción entre factores biológicos, ambientales y socioculturales (Gilchrist, 2000; Gomes y Santos, 2026).

Entre las alteraciones más estudiadas en individuos no-adultos destacan las lesiones endocraneales, la cribra orbitalia, la hiperostosis porótica y la formación de hueso nuevo subperióstico. Tradicionalmente, estas manifestaciones fueron interpretadas principalmente como indicadores de anemia por deficiencia de hierro; sin embargo, en las últimas décadas esta hipótesis ha sido objeto de una profunda revisión crítica (Walker et al., 2009; Brickley, 2018). Diversos estudios han señalado el carácter multifactorial de estas alteraciones, proponiendo que procesos infecciosos, enfermedades metabólicas, deficiencias nutricionales, trastornos hematológicos y otras formas de estrés fisiológico pueden contribuir conjuntamente a su desarrollo (Rivera y Mirazón Lahr, 2017; Brickley, 2018; Rinaldo et al., 2019; Mangas-Carrasco y López-Costas, 2021; Gomes y Santos, 2026). En este sentido, investigaciones recientes han cuestionado tanto la interpretación automática de estas lesiones como marcadores de anemia, y su utilización genérica como indicadores inespecíficos de estrés, ha sido cuestionada, señalando la necesidad de contextualizar su etiología dentro de marcos biológicos, ambientales y socioculturales más amplios (Gomes y Santos, 2026).

Algunos estudios realizados en muestras contemporáneas documentadas han señalado que estas manifestaciones pueden reflejar procesos prolongados de enfermedad y variabilidad en la capacidad fisiológica de respuesta individual, más que asociaciones etiológicas directas con patologías específicas (Cole y Waldron, 2019; O'Donnell et al., 2023; Corron et al., 2025). En consecuencia, la distribución anatómica y el contexto biológico de cada individuo resultan fundamentales para su interpretación diagnóstica. No obstante, el análisis diferencial de estas alteraciones continúa enfrentándose a importantes limitaciones metodológicas. La escasa representación de restos infantiles en contextos arqueológicos, condicionada por factores tafonómicos y por la fragilidad del tejido óseo durante las primeras etapas del desarrollo, dificulta la validación empírica de los criterios diagnósticos empleados (Guy Masset y Baud, 1997; Molero Rodrigo, 2013). Estas limitaciones se ven agravadas por la escasez de colecciones bien conservadas con información documental asociada, lo que restringe también la contrastación sistemática de los patrones observados.

En este contexto, las colecciones osteológicas contemporáneas documentadas adquieren un valor metodológico fundamental, ya que su mejor estado de preservación y la disponibilidad de información asociada —como edad cronológica, sexo y causa de muerte— permiten abordar estas problemáticas en un marco controlado. Asimismo, el hecho de tratarse de conjuntos previamente estudiados y ampliamente utilizados en investigación antropológica facilita su

integración en estudios, así como la contrastación empírica de los criterios diagnósticos aplicados al esqueleto no-adulto. En particular, las colecciones contemporáneas documentadas permiten contrastar las alteraciones óseas con información clínica y contextual asociada, favoreciendo aproximaciones más precisas sobre la formación y distribución de lesiones porosas en individuos infantiles (O'Donnell et al., 2023). El análisis de lesiones endocraneales en individuos no-adulto resulta particularmente relevante, dado que estas manifestaciones pueden reflejar tanto deficiencias nutricionales y procesos infecciosos como situaciones de estrés fisiológico. En las últimas décadas, su interpretación ha sido objeto de un intenso debate, cuestionándose especialmente las explicaciones unifactoriales que atribuían estas alteraciones exclusivamente a anemia por deficiencia de hierro o a causas traumáticas específicas, y proponiéndose enfoques multifactoriales que integran distintos procesos biológicos y ambientales (Brickley, 2018; Rinaldo et al., 2019). En este sentido, diversos trabajos han insistido en la necesidad de interpretar estas lesiones dentro de marcos bioantropológicos amplios, evitando asociaciones directas y simplificadas entre determinadas alteraciones óseas y diagnósticos específicos (Walker et al., 2009; Liebe-Harkort, 2012). Asimismo, estudios recientes han destacado la importancia de considerar la denominada "paradoja osteológica", señalando que la presencia o ausencia de lesiones óseas no refleja de manera directa el estado de salud individual, sino procesos complejos relacionados con supervivencia, duración de enfermedad y capacidad de respuesta fisiológica (Wood et al., 1992; Bahl et al., 2005; O'Donnell et al., 2022).

Aunque algunas investigaciones han explorado la posible asociación entre determinadas lesiones endocraneales y lesiones traumáticas en contextos de maltrato infantil, especialmente cuando aparecen acompañadas de otras alteraciones esqueléticas, estas interpretaciones continúan siendo objeto de debate y requieren evaluaciones diagnósticas cautelosas basadas en aproximaciones multifactoriales (García Barzola, 2013; Moore y Koon, 2017; O'Donnell y McPherson, 2025). En este sentido, el estudio de estas alteraciones posee especial relevancia en el ámbito forense, donde la interpretación de posibles indicadores de trauma infantil debe abordarse desde marcos bioantropológicos amplios y contextualizados.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar los restos esqueletizados de individuos no-adultos pertenecientes a una colección osteológica contemporánea, con el fin de evaluar la relación entre lesiones endocraneales y otras alteraciones óseas potencialmente asociadas a procesos fisiopatológicos en el ámbito de la antropología biológica y su aplicación en contextos forenses.

Material y Métodos

Material

El presente estudio se basa en el análisis de individuos no-adultos procedentes de la Colección Osteológica Prof. Dr. Rómulo Lambre, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata. Dicha colección fue creada en el año 2005 a partir de restos humanos cedidos por el cementerio municipal con fines de investigación y docencia. En la actualidad, la colección está constituida por 435 individuos documentados, cuyas edades abarcan desde fetos hasta individuos centenarios, con fechas de muerte comprendidas entre 1900 y 2003 (Plischuk et al., 2020). Cada individuo cuenta con información asociada relativa al sexo, la edad, la nacionalidad y la causa de muerte, lo que confiere a este conjunto un interés relevante para los estudios antropológicos en el ámbito de la antropología biológica. La colección ha sido empleada como base empírica en diversas líneas de investigación, incluyendo la caracterización biológica de individuos no-adultos, los análisis histológicos de hueso y diente aplicados a la estimación de la edad de muerte, la evaluación de la variación ontogenética desde la antropología dental y los estudios osteopatológicos orientados al análisis de procesos de salud y enfermedad en poblaciones contemporáneas (García Mancuso, 2013; Plischuk et al., 2020). El presente estudio se realizó conforme a los protocolos institucionales del Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses (LICIF) para el análisis de colecciones osteológicas documentadas y siguiendo los lineamientos éticos contemplados en los Códigos y Declaraciones internacionales que regulan el quehacer de los profesionales involucrados con la investigación en seres humanos (Tribunal Internacional de

Núremberg, 1947; Asociación Médica Mundial, 1964; Aranda, Barrientos y Del Papa, 2014).

Asimismo, aunque la colección se considera contemporánea desde una perspectiva osteológica y metodológica, las fechas de muerte comprendidas entre 1900 y 2003 implican contextos históricos, sanitarios y socioeconómicos heterogéneos, potencialmente distintos de las condiciones actuales. No obstante, la disponibilidad de información documental individualizada convierte a esta colección en un recurso especialmente valioso para la evaluación comparativa de lesiones óseas en individuos infantiles. De los 210 individuos no-adultos que integran la colección, se seleccionaron aquellos con edades comprendidas entre los 3 y los 12 meses que presentaban lesiones endocraneales observables. La muestra final estuvo constituida por 10 individuos infantiles, de los cuales 3 correspondían al sexo femenino y 7 al masculino (Tabla 1). La selección se realizó atendiendo a criterios de edad, dado que en individuos mortinatos o en recién nacidos fallecidos durante los primeros momentos de vida no suele ser posible documentar de manera fiable la expresión ósea de procesos patológicos o traumáticos. La mayor representación de individuos masculinos en la muestra debe interpretarse con cautela debido al tamaño reducido del conjunto analizado.

Tabla 1. Distribución de los individuos no-adultos analizados, según el sexo y la edad cronológica.

Edad (meses)	Femenino (n)	Masculino (n)	Total
3	0	2	2
4	2	2	4
5	1	0	1
10	0	1	1
12	0	2	2
Total	3	7	10

Metodología de estudio

El análisis osteológico se realizó mediante observación macroscópica directa del esqueleto completo y del cráneo en vista interna (endocraneal), con el objetivo de identificar modificaciones en la superficie del tejido óseo. En una primera fase, se registró la presencia o ausencia de lesiones endocraneales siguiendo los criterios propuestos por Lewis (2004). La selección de estos criterios responde a su amplia utilización en investigaciones osteológicas desarrolladas tanto en contextos arqueológicos como en colecciones contemporáneas documentadas, favoreciendo la comparación sistemática entre estudios (Lewis, 2004; Brickley, 2018).

La porosidad endocraneal se clasificó en cuatro categorías conforme a lo propuesto por Lewis (2004): porosidad general (pitting lesions), marcas vasculares (capillary lesions), formación de hueso nuevo subperióstico (periostitis), de aspecto blanquecino o grisáceo y textura inmadura o fibrosa, y el fenómeno denominado hair-on-end, caracterizado por la proyección vertical de trabéculas en la superficie ósea. Siguiendo planteamientos recientes, estas alteraciones fueron registradas desde una perspectiva descriptiva y macroscópica, evitando atribuciones etiológicas directas basadas exclusivamente en la presencia de porosidad ósea (Rinaldo et al., 2019; Gomes y Santos, 2026). La distribución anatómica de la porosidad se analizó diferenciando entre regiones craneales y postcraneales (Snoddy et al., 2017). Para la evaluación de la formación de hueso nuevo subperióstico se empleó una escala ordinal de valores comprendidos entre 0 y 3, registrando macroporosidad, microporosidad y depósitos subperiósticos de nuevo hueso (subperiosteal new bone formation, SPNB), conforme al método propuesto por Eggington, Kendall y Kendall (2024).

Asimismo, se evaluó la posible presencia de cribra orbitalia, siguiendo el método propuesto por Knip (1971), y el tipo de cribra presente en el cuello femoral, clasificándola como porótica, cribótica o trabecular, siguiendo el método descrito por Miquel-Feucht, Polo-Cerdá y Villalaín-Blanco (1999), lo que permite su comparación con estudios clásicos, aunque se reconoce la existencia de propuestas metodológicas más recientes en la literatura especializada. Del mismo modo, se consideró la posibilidad de que estas alteraciones respondieran a procesos fisiopatológicos diversos y no necesariamente a una única entidad diagnóstica, en línea con aproximaciones bioantropológicas multifactoriales recientes (Brickley, 2018; Gomes y Santos, 2026).

Finalmente, el esqueleto fue examinado sistemáticamente en busca de signos de traumatismo, con especial atención a costillas y huesos largos, a fin de identificar la presencia de lesiones traumáticas y su posible asociación con las alteraciones endocraneales

documentadas, siguiendo criterios ampliamente descritos en la literatura bioantropológica y forense (Ortner, 2003; Ross y Abel, 2011; García Barzola, 2013; Lewis, 2017). No obstante, la identificación de lesiones traumáticas se abordó desde una perspectiva diagnóstica cautelosa, considerando la posible superposición morfológica entre procesos traumáticos, metabólicos e infecciosos durante las primeras etapas del desarrollo esquelético.

Resultados

De los diez individuos seleccionados para este estudio, se dispone de información documentada sobre la causa de muerte en nueve casos y en ninguno de ellos se registraron eventos traumáticos como causa del fallecimiento (Tabla 2). Se registró la presencia o ausencia de porosidad en cada uno de los restos analizados (Tabla 3). En relación con las lesiones endocraneales y la formación de hueso nuevo, se documentaron depósitos óseos de grado 3 en el cráneo —frontal, parietal y escama del occipital — en dos individuos (Figura 1) (Lewis, 2004; Eggington, Kendall y Kendall, 2024). En el esqueleto postcraneal se identificó formación de hueso nuevo de grado 3 en dos individuos distintos, afectando fémur, húmero, radio y cúbito, con distribución bilateral. No se observó coincidencia entre los individuos que presentaban lesiones de grado 3 en el cráneo y aquellos que mostraban este mismo grado de afectación en el esqueleto postcraneal, evidenciándose una distribución heterogénea de las alteraciones entre los individuos analizados (Figura 2).

Tabla 2. Distribución de las causas de muerte documentadas en los individuos no-adultos analizados. En ninguno de los casos registrados se identificaron eventos traumáticos como causa directa del fallecimiento.

Causa de muerte	n	%
Paro cardiorrespiratorio no traumático	4	40%
Bronconeumonía	2	20%
Asfixia por broncoaspiración	1	10%
Insuficiencia cardíaca aguda	1	10%
Litiasis	1	10%
Información no disponible	1	10%
Total	10	100%

Tabla 3. Distribución anatómica y registro de presencia/ausencia de lesiones porosas en los elementos esqueléticos analizados.

Ind.	Frontal	Parietal	Porción lateral	Porción basilar	Escama occipital	Temporal	Arcos cigomáticos	Esfen.	Maxilar	Mandíbula
1	P	P	A	-	P	-	-	-	-	A
255	P	P	A	P	P	A	A	A	A	A
257	A	A	P	P	P	A	A	P	A	A
283	-	P	-	-	P	P	A	-	-	-
326	A	A	A	P	A	P	A	A	P	A
331	A	A	A	-	P	A	A	A	P	A
347	A	-	P	P	-	P	A	P	-	P
349	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
414	A	P	-	-	P	P	P	P	A	A
475	-	P	-	-	P	P	-	A	A	P

(P) Presencia: registro de lesiones porosas endocraneales; (A) Ausencia: no se observaron alteraciones macroscópicas en el elemento anatómico analizado; (-) No observable. Ind.: Individuo; Esfen.: Esfenoides.

En relación con las causas de muerte documentadas, los individuos fallecidos por bronconeumonía presentaron formación de hueso nuevo de grado 1 en la superficie externa de huesos de la bóveda craneal, así como en húmero e ilion. El individuo con insuficiencia cardíaca presentó formación de hueso nuevo de grado 3 en huesos largos de distribución bilateral, junto con porosidad difusa en superficies craneales y postcraneales. Dada la naturaleza descriptiva del estudio y el tamaño muestral, estas asociaciones se presentan únicamente como observaciones, sin implicar relaciones causales.

Asimismo, la variabilidad observada en la expresión y distribución anatómica de las lesiones refuerza el carácter heterogéneo de estas manifestaciones óseas en individuos infantiles.

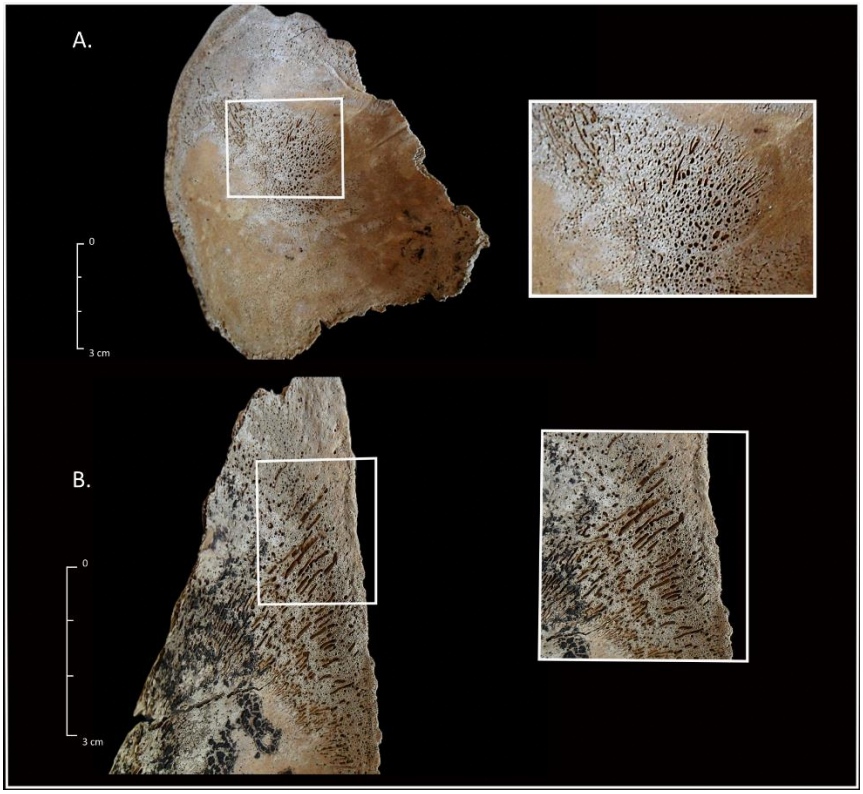


Figura 1. Lesiones endocraneales porosas localizadas en huesos parietal (A) y frontal (B) del individuo 255. Se observan áreas de porosidad y remodelación ósea compatibles con formación de hueso nuevo subperióstico.

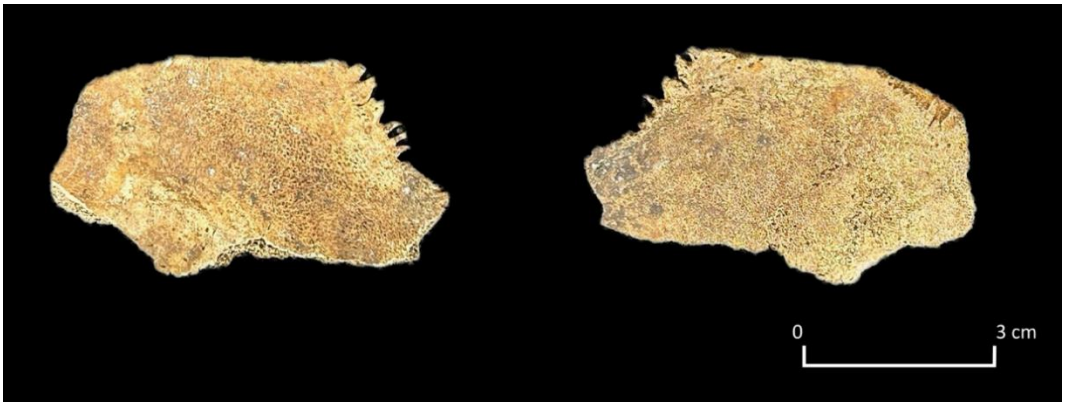


Figura 2. Porosidad registrada en caras endocraneal y externa del parietal izquierdo del individuo 001.

Respecto a la presencia de cribra orbitalia y cribra femoral, no se registraron casos de cribra femoral en la muestra. Se identificó cribra orbitalia en tres individuos de entre tres y cinco meses de edad, dos de tipo A y otra de tipo B (Figura 3). El individuo con cribra orbitalia tipo B presentó además afectación en huesos temporales, elementos del esplacnocráneo y distintos huesos largos (Tabla 4). La ausencia de afectación en determinados elementos esqueléticos, pese a la presencia de lesiones en otras regiones anatómicas, pone de manifiesto la distribución no uniforme de estas alteraciones dentro del esqueleto.

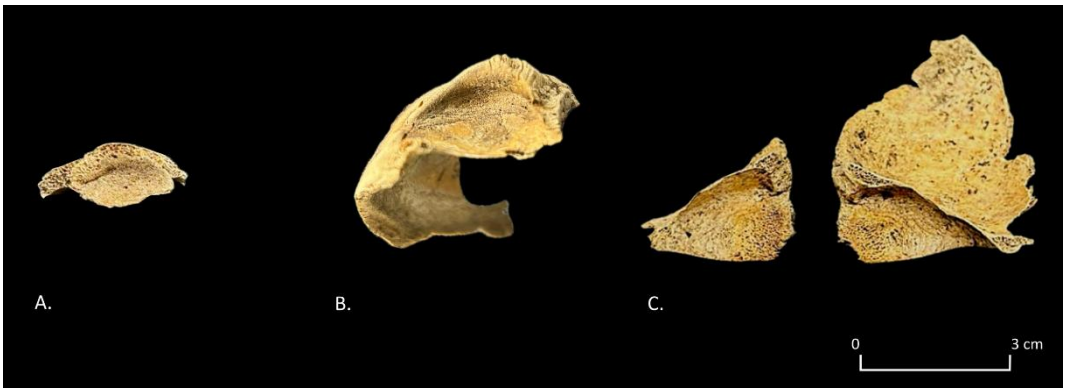


Figura 3. Detalle de criba orbitalia registrada en los individuos infantiles de la colección osteológica analizada. (A y B) individuos con criba tipo A (C) individuo con criba tipo B.

Tabla 4. Distribución y clasificación de criba orbitalia en los individuos no-adultos analizados según la propuesta de Knip (1971).

Individuo	Edad (meses)	Tipo de criba orbitalia (Knip, 1971)
1	10	Ausencia
255	4	Tipo A
257	4	Ausencia
283	3	Ausencia
326	4	Ausencia
331	12	Ausencia
347	3	Tipo A
349	4	Ausencia
414	5	Tipo B
475	12	Ausencia

Las lesiones porosas costales se documentaron en algunos individuos que también presentaban afectación en otras regiones anatómicas (Figura 4). No se identificaron fracturas ni otras evidencias de trauma en la muestra, salvo las modificaciones asociadas al individuo sometido a autopsia (Tabla 5). Los resultados reflejan una distribución heterogénea de las lesiones, sin asociaciones anatómicas recurrentes que permitan plantear un patrón traumático común entre los individuos analizados.

Tabla 5. Presencia o ausencia de lesiones porosas en costillas de los individuos no-adultos analizados.

Individuo	Lesiones porosas en costillas
1	Presencia
255	Presencia
257	Ausencia
283	Presencia
326	Ausencia
331	Ausencia
347	Ausencia
349	Ausencia
414	Ausencia
475	Ausencia

Presencia: registro macroscópico de lesiones porosas en costillas; Ausencia: no se observaron alteraciones en los elementos analizados.

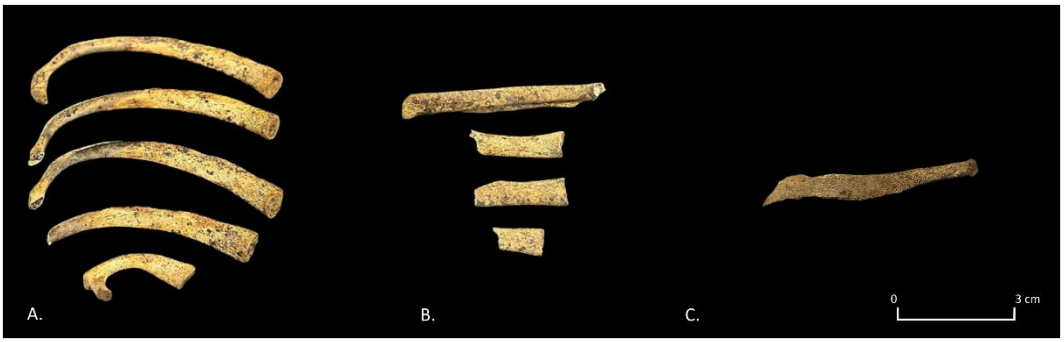


Figura 4. Costillas de individuos 257 (A) y 331 (B) sin porosidad observada, frente a la porosidad que se aprecia en el individuo 283 (C).

Discusión

Los resultados obtenidos se sitúan en línea con diversas investigaciones que señalan que las lesiones porosas en huesos infantiles —como la cribra orbitalia— no se asocian exclusivamente a trauma, sino que pueden vincularse a procesos patológicos sistémicos, metabólicos o infecciosos (Walker et al., 2009; Brickley, 2018; Cole y Waldron, 2019). La literatura ha destacado el carácter multifactorial de la etiología de la cribra orbitalia y la hiperostosis porótica, señalando que, junto a determinadas formas de anemia, otras condiciones como enfermedades crónicas, desórdenes renales, deficiencias nutricionales y trastornos endocrinos pueden contribuir a su desarrollo, lo que explicaría la variabilidad en su distribución anatómica e intensidad entre individuos (Rivera y Mirazón Lahr, 2017; Brickley, 2018; Rinaldo et al., 2019; Mangas-Carrasco y López-Costas, 2021). En este sentido, investigaciones recientes han insistido en que estas alteraciones no deben interpretarse automáticamente como indicadores específicos de anemia ni como marcadores inespecíficos de estrés sin una adecuada contextualización biológica y cultural (Gomes y Santos, 2026).

La hipótesis clásica que relaciona cribra orbitalia e hiperostosis porótica con anemia por deficiencia de hierro ha sido objeto de revisión crítica en las últimas décadas. Walker et al. (2009) sostienen que la deficiencia aislada de hierro no permitiría mantener la expansión medular necesaria para generar estas lesiones, proponiendo que anemias hemolíticas, megaloblásticas o procesos inflamatorios crónicos podrían constituir explicaciones más consistentes en determinados contextos. Esta perspectiva refuerza la necesidad de interpretar estas manifestaciones dentro de un marco fisiopatológico amplio, tal y como han señalado revisiones más recientes que enfatizan la complejidad etiológica de las lesiones poróticas en individuos no-adultos (Liebe-Harkort, 2012; Fernández-Martínez et al., 2020; Gomes y Santos, 2026). Asimismo, el análisis de estas alteraciones debe considerar la interacción entre procesos biológicos, ambientales y socioculturales a lo largo del desarrollo infantil, evitando aproximaciones reduccionistas basadas en relaciones etiológicas únicas.

La heterogeneidad observada en la distribución anatómica de las lesiones, incluyendo la ausencia de alteraciones en la tibia en individuos que sí presentan afectación en otros huesos largos. Diversos estudios han señalado que la manifestación de porosidades óseas depende tanto de factores locales —como la vascularización, la actividad medular o las dinámicas de remodelación ósea— como de factores sistémicos vinculados al estrés fisiológico y a la capacidad de respuesta individual (Brickley, 2018). En este sentido, la distribución anatómica de las lesiones, su intensidad y el contexto biológico de cada individuo constituyen elementos clave para su interpretación diagnóstica, tal y como se ha observado en investigaciones recientes realizadas sobre colecciones osteológicas comparables (O'Donnell et al., 2022; Corron et al., 2025; O'Donnell y McPherson, 2025).

En el individuo que presentó porosidad difusa asociada a insuficiencia cardíaca, la bibliografía clínica ha documentado la relación entre enfermedades crónicas y alteraciones del metabolismo mineral óseo, particularmente en individuos con enfermedad cardiovascular y renal crónica (Leistner et al., 2012; Ali, Saber y Kassem, 2021; De León-Oliva et al., 2023). Se han descrito desequilibrios en calcio, fósforo y hormona paratiroidea que afectan al remodelado del tejido óseo (Ali, Saber y Kassem, 2021). Asimismo, la desregulación del sistema RANKL/OPG, implicado en el control de la actividad osteoclástica, se ha asociado con mayor resorción ósea en contextos de insuficiencia cardíaca (Leistner et al., 2012). Aunque la evidencia osteológica no permite establecer relaciones causales directas, estos datos ofrecen un marco interpretativo coherente con los patrones observados. No obstante, la presencia de estas alteraciones debe interpretarse desde una perspectiva cautelosa, considerando la complejidad fisiopatológica de los procesos sistémicos que afectan al tejido óseo durante la infancia.

La presencia de cribra orbitalia tipo A y tipo B en edades tempranas, así como su asociación con porosidad en huesos temporales, esplacnocráneo y huesos largos, coincide con lo señalado por Cole y Waldron (2019), quienes proponen que determinadas formas leves pueden representar variantes del desarrollo, mientras que manifestaciones más intensas o combinadas con otras alteraciones externas reflejarían procesos patológicos de mayor entidad. Este

planteamiento resulta coherente con aproximaciones recientes que defienden la necesidad de diferenciar entre variaciones del desarrollo normal y manifestaciones asociadas a estrés fisiológico o enfermedad.

Finalmente, la identificación de porosidad en costillas únicamente en individuos con lesiones de mayor grado en otros elementos esqueléticos sugiere una afectación sistémica más amplia. En la literatura clínico-patológica se han descrito cambios óseos difusos en costillas en contextos de infecciones respiratorias prolongadas o enfermedades pulmonares crónicas en la infancia, incluyendo osteopenia, retraso del crecimiento y alteraciones esqueléticas multifocales, sin que necesariamente existan fracturas u otros indicadores de trauma externo (Snoddy et al., 2017; Gooderham et al., 2020). Se han documentado igualmente casos de lesiones óseas multifocales en patologías como la tuberculosis infantil en colecciones osteológicas contemporáneas (Gooderham et al., 2020), lo que refuerza la interpretación de estos patrones dentro de un marco patológico sistémico. La ausencia de fracturas u otros patrones traumáticos consistentes en los individuos analizados refuerza, además, la necesidad de evitar asociaciones diagnósticas simplificadas entre porosidad ósea y violencia física.

Los resultados obtenidos evidencian la importancia de analizar este tipo de manifestaciones en colecciones osteológicas contemporáneas con información documentada, donde es posible contrastar las alteraciones observadas con datos contextuales fiables. La integración de la evidencia macroscópica con el conocimiento clínico y fisiopatológico disponible permite abordar el diagnóstico diferencial con mayor rigor y evita interpretaciones simplificadas en torno al trauma infantil. En línea con planteamientos recientes que abogan por aproximaciones integradoras en el estudio de la salud infantil en contextos bioantropológicos (Gomes y Santos, 2026), este estudio pone de manifiesto la necesidad de contextualizar las lesiones endocraneales y porosas dentro de un marco biológico amplio, atendiendo a su posible origen multifactorial antes de atribuirlas a episodios de violencia física, en línea con planteamientos recientes que abogan por aproximaciones integradoras en el estudio de la salud infantil en contextos bioantropológicos (Gomes y Santos, 2026). Asimismo, los resultados obtenidos coinciden con propuestas recientes que subrayan la importancia de considerar la heterogeneidad biológica y paradoja osteológica en la interpretación de indicadores osteológicos de salud y enfermedad durante la infancia (Wood et al., 1992; O'Donnell et al., 2023).

No obstante, estos resultados deben interpretarse teniendo en cuenta diversas limitaciones. En primer lugar, el tamaño reducido de la muestra condiciona el alcance de las observaciones y limita la posibilidad de establecer patrones generalizables. Aunque el uso de una colección osteológica documentada permite contextualizar los hallazgos, la información disponible no siempre posibilita reconstruir de manera completa los procesos biológicos subyacentes a las alteraciones observadas. Del mismo modo, aunque la colección se considera contemporánea desde una perspectiva osteológica, las diferencias cronológicas existentes entre individuos fallecidos a lo largo del siglo XX y comienzos del XXI implican contextos sanitarios y socioeconómicos potencialmente heterogéneos.

Finalmente, la ausencia de análisis complementarios —como aproximaciones bioquímicas o histológicas— restringe el diagnóstico diferencial de determinadas lesiones. En consecuencia, las asociaciones descritas deben entenderse en términos descriptivos y exploratorios, y no como relaciones causales directas.

Conclusión

El análisis de los individuos no-adultos de la Colección Osteológica Prof. Dr. Rómulo Lambre permitió identificar lesiones endocraneales y porosidades en elementos del esqueleto, con una distribución heterogénea entre los individuos estudiados. La ausencia de fracturas o marcas traumáticas, sugiere que estas manifestaciones porosas no se relacionan de manera exclusiva con episodios de maltrato físico. Por el contrario, los hallazgos parecen reflejar procesos patológicos sistémicos, metabólicos o infecciosos, confirmando el carácter multifactorial de la etiología de la cribra orbitalia, la hiperostosis porótica y la formación de nuevo hueso subperióstico en cráneo y postcráneo. Los resultados obtenidos respaldan aproximaciones bioantropológicas recientes

que plantean la necesidad de interpretar estas alteraciones dentro de marcos biológicos y contextuales amplios, evitando interpretaciones simplificadas que establezcan relaciones directas entre porosidad ósea, anemia y trauma infantil.

La observación de porosidad difusa y formación ósea de grado elevado en un individuo con insuficiencia cardíaca resulta coherente con la relación descrita entre enfermedades crónicas y alteraciones del metabolismo mineral óseo, poniendo de relieve la influencia de factores sistémicos sobre la arquitectura y el remodelado del tejido óseo durante la infancia. Del mismo modo, la variabilidad observada en la expresión de cribra orbitalia y otras lesiones porosas en distintas regiones anatómicas sugiere que estas alteraciones se encuentran condicionadas tanto por factores locales del tejido óseo como por la edad del individuo y la gravedad del proceso patológico. Estos patrones coinciden con investigaciones recientes que destacan la elevada variabilidad biológica asociada a este tipo de manifestaciones óseas y la necesidad de interpretarlas dentro de marcos biológicos amplios y contextualizados.

Los resultados obtenidos confirman la utilidad de las colecciones osteológicas contemporáneas con información documentada para la evaluación de patrones de salud y enfermedad en la infancia, permitiendo diferenciar entre lesiones atribuibles a procesos fisiopatológicos y aquellas que podrían asociarse a trauma físico. Este enfoque interdisciplinario, que integra perspectivas bioantropológicas y clínicas, resulta fundamental para interpretar de manera rigurosa los hallazgos osteológicos y evitar la atribución errónea de lesiones a maltrato infantil. De igual forma, la integración de información contextual y documental asociada permite abordar estas manifestaciones desde perspectivas multifactoriales y comparativas, favoreciendo interpretaciones diagnósticas más precisas. En definitiva, este estudio refuerza la necesidad de contextualizar las alteraciones óseas dentro de un marco biológico, histórico y clínico más amplio, así como de establecer protocolos estandarizados que guíen la evaluación del trauma infantil en la investigación osteológica.

Futuras investigaciones con muestras más amplias y análisis complementarios permitirán profundizar en la interpretación diagnóstica de estas alteraciones y en la comprensión de los procesos fisiopatológicos implicados en su desarrollo. En este sentido, la incorporación de aproximaciones histológicas, bioquímicas y de imagen contribuirá a mejorar la caracterización de las lesiones porosas y a comprender con mayor precisión los mecanismos biológicos implicados en su formación durante la infancia.

Agradecimientos y financiación

La autora principal agradece al Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses (LICIF) la valiosa ayuda prestada durante la estancia de investigación en Argentina en la que se llevó a cabo este trabajo. Asimismo, las autoras desean agradecer a los revisores y al equipo editorial de la revista sus comentarios, sugerencias y observaciones, que han contribuido significativamente a mejorar la calidad científica y metodológica del presente estudio.

Estancia cofinanciada por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información de la Consejería de Universidades, Ciencia e Innovación y Cultura y por el Fondo Social Europeo Plus (FSE+) Programa Operativo Integrado de Canarias 2021-2027, Eje 3 Tema Prioritario 74 (85%).

Referencias

Ali S., Saber M., Kassem M. (2021). The impact of bone mineral biomarkers on cardiac dysfunction in predialysis chronic kidney disease children. Int J Pediatr 2021: 4708452. https://doi.org/10.1155/2021/4708452

Aranda C., Barrientos G., Del Papa M. (2014). Código de Deontología para el estudio, conservación y gestión de restos humanos de poblaciones del pasado. Rev Arg Antrop Biol 16(2): 111–113. https://doi.org/10.17139/raab.2014.0016.02.05

Asociación Médica Mundial (1964). Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Helsinki: Asociación Médica Mundial.

Bahl R., Frost C., Kirkwood B.R., Edmond K., Martines J., Bhandari N., Arthur P. (2005). Infant feeding patterns and risks of death and hospitalization in the first half of infancy: Multicentre cohort study. Bulletin of the World Health Organization 83(6): 418–426.

Brickley M.B. (2018). Cribra orbitalia and porotic hyperostosis: A biological approach to diagnosis. Am J

Phys Anthropol 167(4): 896–902. https://doi.org/10.1002/ajpa.23701

Código de Núremberg. (1947).

Cole G., Waldron T. (2019). Cribra orbitalia: Dissecting an ill-defined phenomenon. Int J Osteoarchaeol 29(4): 613–621. https://doi.org/10.1002/oa.2757

Corron L.K., McPherson C.B., Hill E.C., O'Donnell L. (2025). Analyzing patterns of skeletal indicators of developmental stress through the double lens of ontogeny and the life course approach in a contemporary reference sample. Am J Biol Anthropol 186(1): e25052. https://doi.org/10.1002/ajpa.25052

Corsaro W.A. (2017). The sociology of childhood (5th ed.). SAGE Publications.

De León-Oliva D., Barrena-Blázquez S., Jiménez-Álvarez L., Fraile-Martínez O., García-Montero C., López-González L., et al. (2023). The RANK-RANKL-OPG System: A Multifaceted Regulator of Homeostasis, Immunity, and Cancer. Medicina 59(10): 1752. https://doi.org/10.3390/medicina59101752

Eggington J.M., Kendall C., Kendall E.J. (2024). A macroscopic scoring system for subperiosteal new bone formation in non-adult skeletal remains. Int J Paleophatol 44: 1–12.

Fernández-Martínez P., Maurer A.-F., Jiménez-Morillo N.T., Botella M., López, B., Barrocas Dias C. (2020). Bone stable isotope data of the Late Roman population (4th–7th centuries CE) from Mondragones (Granada): A dietary reconstruction in a Roman villa context of south-eastern Spain. J Archaeol Sci Rep 33: 102566. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102566

García Barzola B.L. (2013). Maltrato físico infantil: Una mirada desde la antropología física forense. EAB (UNAM) 16, 293–315.

García Mancuso R. (2013). Análisis bioantropológico de restos esqueletales de individuos subadultos: Diagnóstico de edad y sexo, validación técnico metodológica. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. https://doi.org/10.35537/10915/28947

Gilchrist R. (2000). Archaeological biographies: Realizing human lifecycles, -courses and -histories. World Archaeol 31(3): 325–328. https://doi.org/10.1080/00438240009696924

Glencross B., Stuart-Macadam P. (2000). Childhood trauma in the archaeological record. Int J Osteoarcheol 10(3): 198–209. https://doi.org/10.1002/1099-1212(200005/06)10:3<198::AID-OA522>3.0.CO;2-B

Gomes R.A.M.P., Santos A.L. (2026). Cribra orbitalia and cribra cranii in perspective: Rethinking etiology through life course and ONE Paleopathology approaches. Int J Paleopathol 52: 108–118. https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2026.01.008

Gooderham E., Marinho L., Spake L., Fisk S., Prates C., Sousa S., Oliveira C., Santos A. L., Cardoso H.F.V. (2020). Severe skeletal lesions, osteopenia and growth deficit in a child with pulmonary tuberculosis (mid-20th century, Portugal). Int J Paleopathol 30: 47–56. https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2020.03.002

Guy H., Masset C., Baud C.-A. (1997). Infant taphonomy. Int J Osteoarchaeol 7: 221–229. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199705)7:3%3C221::AID-OA338%3E3.0.CO;2-Z

Knip A.S. (1971). Some observations on cribra orbitalia. Am J Phys Anthropol 35(3): 289–297.

Leistner D.M., Seeger F.H., Fischer A., Röxe T., Klotsche J., Iekushi K., et al. (2012). Elevated levels of the mediator of catabolic bone remodeling RANKL in the bone marrow environment link chronic heart failure with osteoporosis. Cir Heart Fail 5(6): 769–777. https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.111.966093

Lewis M. (2004). Endocranial lesions in non-adult skeletons: Understanding their aetiology. Int J Osteoarchaeol 14(2): 82–97. https://doi.org/10.1002/oa.713

Lewis M. (2007). The bioarchaeology of children: Perspectives from biological and forensic anthropology. Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511542428

Lewis M. (2017). Paleopathology of children: Identification of pathological conditions in the human skeletal remains of nonadults. Academic Press.

Liebe-Harkort C. (2012). Cribra orbitalia, sinusitis and linear enamel hypoplasia in Swedish Roman Iron Age adults and subadults. Int J Osteoarchaeol 22(4): 387–397. https://doi.org/10.1002/oa.1209

Lillehammer G. (2018). The history of the archaeology of childhood. En: S. Crawford, D.M. Hadley y G. Shepherd (Eds.). The Oxford handbook of the archaeology of childhood: 38-53. Oxford University Press. Oxford. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199670697.013.2

Mangas-Carrasco E., López-Costas O. (2021). Porotic hyperostosis, cribra orbitalia, femoralis and humeralis in Medieval NW Spain. Archaeol Anthropol Sci 13(10): 169. https://doi.org/10.1007/s12520-021-01432-y

Miquel-Feucht M.J., Polo-Cerdá M., Villalaín-Blanco J. D. (1999). El síndrome criboso: Criba femoral vs criba orbitaria. En: J. Sánchez Sánchez (Ed.). Actas del V Congreso Nacional de Paleopatología: 221–237. Alcalá la Real.

Molero Rodrigo I. (2013). Reflexiones sobre la representación ósea de individuos infantiles en

contextos arqueológicos: Aportaciones y limitaciones metodológicas. El Futuro del Pasado 4: 87–102. https://doi.org/10.14201/fdp.24747

Moore J., Koon H.E.C. (2017). Basilar portion porosity: A pathological lesion possibly associated with infantile scurvy. Int J Paleopathol 18: 92–97. https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2017.05.010

O'Donnell L., McPherson C. (2025). The relationship between diet and porous cranial lesions in the Southwest United States: A review. Am Antiq 90(1): 129–156. https://doi.org/10.1017/aaq.2024.61

O'Donnell L., Buikstra J.E., Hill E.C., Anderson A.S., O'Donnell M.J. (2023). Skeletal manifestations of disease experience: Length of illness and porous cranial lesion formation in a contemporary juvenile mortality sample. Am J Hum Biol 35(8): e23896. https://doi.org/10.1002/ajhb.23896

O'Donnell L., Hill E.C., Anderson A.S., Edgar H.J.H. (2022). A biological approach to adult sex differences in skeletal indicators of childhood stress. Am J Biol Anthropol 177(3): 381–401. https://doi.org/10.1002/ajpa.24424

Ortner D.J. (2003). Identification of pathological conditions in human skeletal remains (2nd ed.). Academic Press.

Plischuk M., Garizoain G., Petrone S., García Mancuso R., Salceda S.A., Inda A.M., Desántolo B. (2020). El aporte de las colecciones osteológicas documentadas: Líneas de investigación en la Colección "Prof. Dr. Rómulo Lambre" (La Plata, Argentina). Jangwa Pana 19(1): 102–127. https://doi.org/10.21676/16574923.3447

Rinaldo N., Zedda N., Bramanti B., Rosa I., Gualdi-Russo E. (2019). How reliable is the assessment of porotic hyperostosis and cribra orbitalia in skeletal human remains? A methodological approach for quantitative verification by means of a new evaluation form. Archaeol Anthropol Sci 11(7): 3549–3559. https://doi.org/10.1007/s12520-019-00780-0

Rivera F., Mirazón Lahr M. (2017). New evidence suggesting a dissociated aetiology for cribra orbitalia and porotic hyperostosis. Am J Phys Anthropol 164(1): 76–96. https://doi.org/10.1002/ajpa.23258

Ross A.H., Abel S.M. (2011). The juvenile skeleton in forensic abuse investigations. Humana Press.

Snoddy A.M.E., Halcrow S.E., Buckley H.R., Standen V.G., Arriaza B.T. (2017). Scurvy at the agricultural transition in the Atacama Desert (ca 3600–3200 BP): Nutritional stress at the maternal-foetal interface? Int J Paleopathol 18: 108–120. https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2017.05.011

Walker P.L., Bathurst R.R., Richman R., Gjerdrum T., Andrushko V.A. (2009). The causes of porotic hyperostosis and cribra orbitalia: A reappraisal of the iron-deficiency-anemia hypothesis. Am J Phys Anthropol 139(2): 109–125. https://doi.org/10.1002/ajpa.21031

White T.D., Black M.T., Folkens P.A. (2011). Human osteology (3rd ed.). Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2009-0-03221-8

Wood J.W., Milner G.R., Harpending H.C., Weiss K.M., Cohen M.N., Eisenberg L.E., Hutchinson D.L., Jankauskas R., Cesnys G. (1992). The osteological paradox: Problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. Curr Anthropol 33(4): 343–358.

Rev. Esp. Antrop. Fís. (2026)
Vol. 54: 25-39

Prevalence and determinants of hypertension among Senegalese immigrants living in El Jadida, Morocco

Halima Daif[1], Imane Haddou[1], Ghizlane Benaddi[1], Halima Belaoufi[1], Hamid Chamlal[1,3], Hajar El Hendaoui[1], Firdaous Friki[1], Jamila Elbiyad[1], Habiba Liba[1,2], Mohammed Elayachi[1] and Rekia Belahsen[1]

[1]Laboratory of Anthropogenetic, Biotechnologies and Health, Research Unit on Nutrition et Food Sciences, Department of Biology, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, 24 000, Morocco.
[2]Higher Institute of Professions Nurses and Health Techniques of Marrakech, Morocco.
[3]Mohammed 6 university of health sciences, Casablanca, Morocco.

Corresponding Author: rbelahsen@yahoo.com; rekiabelahsen@gmail.com

RESUMEN

La hipertensión es un importante problema multifactorial de salud pública, y cada vez más frecuente en todo el mundo. Objetivo: Evaluar la prevalencia e identificar los factores sociodemográficos, antropométricos y nutricionales que determinan la hipertensión entre los inmigrantes senegaleses que residen en Marruecos. Materiales y métodos: En 2020 se llevó a cabo un estudio transversal con 197 inmigrantes senegaleses que vivían en la ciudad de El Jadida, Marruecos. Las mediciones antropométricas incluyeron el peso, la estatura, el índice de masa corporal (IMC), las circunferencias de cintura y cadera, y la relación cintura-cadera. La presión arterial se midió de acuerdo con las directrices internacionales, y la hipertensión se definió como una presión arterial sistólica ≥140 mmHg y/o una presión arterial diastólica ≥90 mmHg. La calidad general de la dieta se evaluó utilizando el índice de adecuación media (MAR), basado en las recomendaciones de la OMS y la FAO (2002). Resultados: La población presentaba una distribución equilibrada por sexos, con un predominio de personas solteras. En general, el 48.2 % tenía un peso normal, mientras que el 28.4 % presentaba sobrepeso y el 20.3 % era obeso. La prevalencia de la hipertensión fue del 20.8%. El MAR medio fue relativamente alto (0.82 ± 0.06), lo que sugiere una adecuación nutricional moderada. El análisis bivariado reveló que la hipertensión se asociaba significativamente con el IMC (p=0.023), así como con unos ingresos mensuales bajos (p=0.017), lo que pone de relieve el papel del sobrepeso y la vulnerabilidad socioeconómica. Conclusión: La hipertensión es muy frecuente entre los inmigrantes senegaleses de El Jadida y está estrechamente relacionada con factores antropométricos y socioeconómicos. Sin embargo, a pesar de que la calidad general de la dieta parece adecuada, pueden persistir posibles desequilibrios nutricionales. Estos hallazgos respaldan la necesidad de estrategias de prevención integradas centradas en el control del peso, la mejora de la situación socioeconómica e intervenciones dietéticas adaptadas a la cultura.

Palabras clave:

Hipertensión
IMC
MAR
Inmigrantes senegaleses
Marruecos

Recibido: 26-03-2026
Aceptado: 10-07-2026

ABSTRACT

Hypertension is a major multifactorial and growing public health concern worldwide. Objective: To assess the prevalence and identify the sociodemographic, anthropometric, and nutritional determinants of hypertension among Senegalese immigrants residing in Morocco. Materials and Methods: A cross-sectional study was conducted in 2020 on 197 Senegalese immigrants living in El Jadida city, Morocco. Anthropometric measurements included weight, height, body mass index (BMI), waist and hip circumferences, and waist-to-hip ratio. Blood pressure was measured according to international guidelines, and hypertension was defined as systolic blood pressure ≥140 mmHg and/or diastolic blood pressure ≥90 mmHg. Overall diet quality was evaluated using the Mean Adequacy Ratio (MAR) based on WHO/FAO (2002) recommendations. Results: The population was evenly distributed by sex, with a predominance of single individuals. Overall, 48.2% had normal weight, while 28.4% were overweight and 20.3% obese. The prevalence of hypertension was 20.8%. The mean MAR was relatively high (0.82 ± 0.06), suggesting moderate nutritional adequacy. Bivariate analysis revealed that hypertension was significantly associated with BMI (p=0.023) as well as low monthly income (p=0.017), highlighting the role of excess weight and socioeconomic vulnerability. Conclusion: Hypertension is highly prevalent among Senegalese immigrants in El Jadida and is strongly associated with anthropometric and socioeconomic factors. However, despite an apparently adequate overall diet quality, potential nutritional imbalances may persist. These findings support the need for integrated prevention strategies targeting weight control, socioeconomic improvement, and culturally adapted dietary interventions.

Keywords:

Hypertension
BMI
MAR
Senegalese immigrants
Morocco

ISSN: 2253-9921
© 2026 Sociedad Española de Antropología Física

Introduction

Hypertension, a major non-communicable disease, remains a leading determinant of cardiovascular morbidity and mortality worldwide, affecting both developed and developing countries. According to the World Health Organization (WHO), approximately 1.4 billion people aged 30 to 79 years were living with hypertension globally in 2024, with nearly two-thirds residing in low- and middle-income countries where health systems are often inadequately equipped for effective screening and management (Mills, Stefanescu and He, 2020; Zhou et al., 2021; WHO, 2023a, 2023b, 2025). Furthermore, hypertension is frequently asymptomatic, and it is estimated that about 44% of affected individuals remain unaware of their condition, highlighting the magnitude of undiagnosed cases worldwide (WHO, 2025).

In Africa, the burden of hypertension is particularly concerning. In North Africa, data show that hypertension is steadily increasing in Tunisia and is associated with aging and non-diabetic diseases such as obesity and diabetes, with more than a third of the population affected (WHO, 2021, 2025; Hamoudi et al., 2022). Similarly, in Morocco, the WHO reported that 6.1 million Moroccan adults are affected by HTA, of whom only 43% have received a diagnosis, distributed as 34% among men and 52% among women. The same data indicate insufficient screening for this disease (El Hendaoui, Mziwira and Belahsen, 2023). Sub-Saharan Africa has also become a region characterized by a rapid increase in the prevalence of hypertension and a low proportion of diagnosed individuals, in addition to often inadequate blood pressure control (The Lancet, 2017; Geldsetzer et al., 2019 ; Ataklte et al., 2015).

Furthermore, sub-Saharan migrant populations also constitute a particularly vulnerable group. Migration trajectories are frequently accompanied by socio-economic and environmental changes that can influence population behaviors, including health behaviors, particularly those related to diet, physical activity, and exposure to psychosocial stress (IOM, 2019). Several recent studies have shown a high prevalence of hypertension among sub-Saharan immigrants, linked to economic insecurity, excess weight, and difficulties accessing healthcare, regardless of the host country (van der Linden et al., 2022; Meeks and Agyemang, 2025).

In Morocco, a country of transit and increasing settlement for sub-Saharan immigrants, few published epidemiological studies have specifically assessed the prevalence and determinants of hypertension in immigrant populations (Essayagh et al., 2023). The limited available research suggests a coexistence of cardiometabolic risk factors related to nutritional transition, urbanization, and unfavorable living conditions, which could contribute to elevated blood pressure among immigrants (WHO, 2023a, 2023b; Meeks and Agyemang, 2025). In this still poorly documented North African migratory context, this study is part of a major public health challenge, aiming to better understand the interaction between social determinants, nutritional status and cardiovascular risk with hypertension among Senegalese immigrants residing in El Jadida.

Materials and Methods

Study design

This descriptive cross-sectional study was conducted between May 2018 and January 2020 in El Jadida province, located on the Atlantic coast of Morocco. The study population consisted of Senegalese immigrants residing in El Jadida city for at least one year.

Population and sampling

Participants were recruited using a non-probability sampling method based on accessibility and voluntary participation. This approach was adopted due to the difficulty of reaching Senegalese immigrants residing in El Jadida because of the lack of a comprehensive sampling frame for this population. The sample is therefore considered a convenience sample rather than a probability sample representative of all Senegalese immigrants living in Morocco.

The study included a sample of 197 Senegalese immigrants of both sexes, aged 18 to 55 years, residing in El Jadida. As it is stated that blood pressure tends to increase with age (WHO, 2025); in this study, participants were divided into age groups to examine differences in the prevalence of hypertension

according to age. To participate in the study, the inclusion criteria were Senegalese nationality, residence in Morocco at the time of the study, for at least one year, ability to complete the questionnaire and informed consent of participants. Excluded from the study were pregnant women, individuals suffering from an acute illness at the time of the survey, and those whose data were incomplete for key variables (blood pressure, anthropometric measurements, sociodemographic characteristics, or dietary data).

Data were collected using a structured questionnaire administered through face-to-face interviews by trained interviewers. The sociodemographic and socioeconomic information collected included sex, age, marital status, education level, occupation, and monthly income. Age was analyzed as a continuous variable and then categorized into age groups of 18–25 years, 26–35 years, and ≥ 36 years. Monthly income was classified as < $300, $300–500, and ≥ $500, and educational attainment, assessed by the number of years of schooling, was grouped into two categories: less than seven years and seven or more years of schooling. Anthropometric measurements were taken according to WHO recommendations (WHO, 2000). Body weight was measured using a calibrated electronic scale, with an accuracy of 0.1 kg, in lightly clothed and barefoot participants, and height was measured in a standing position using a vertical measuring rod, with an accuracy of 0.1 cm. Body mass index (BMI) was calculated as the ratio of weight (kg) to height in meters squared (m^2). Overweight and obesity were defined according to the WHO criteria, with a BMI ≥ 25 kg/m^2 for overweight and ≥ 30 kg/m^2 for obesity (WHO, 2000). Waist and hip circumferences were measured using a non-stretch measuring tape, at the midpoint between the last rib and the iliac crest for waist circumference, and at the widest point of the hip circumference for hip circumference. The waist-to-hip ratio (WHR) was calculated as the ratio of waist circumference to hip circumference. Abdominal obesity was defined, according to WHO recommendations, as an WHR > 0.90 in men and > 0.85 in women (Nishida, Ko and Kumanyika, 2010).

Using a validated blood pressure monitor, systolic and diastolic blood pressures were measured on the morning of the survey, two hours after breakfast and after at least 10 minutes of rest in a seated position. Two successive measurements were taken, and the average of the two values was used for analysis. As recommended by the WHO and the European Society of Cardiology, hypertension was defined as a systolic blood pressure ≥ 140 mmHg and/or a diastolic blood pressure ≥ 90 mmHg (WHO, 2021). Participants were divided into two groups: a hypertensive group and a non-hypertensive group. Heart rate was also recorded. However, recent coffee or tobacco consumption and stress levels at the time of measurement were not systematically documented.

Dietary intake was assessed using two 24-hour dietary recalls, conducted on different days. Each participant was asked to provide a detailed list of foods consumed during the 24 hours preceding the survey, including main meals, snacks, and light meals, as well as the quantities of both food and beverages consumed. The dietary recalls were conducted on days other than Fridays, given the frequent consumption of couscous, a traditional Moroccan dish, on that day, which could potentially influence usual dietary intake. Public holidays were also avoided to minimize the influence of festive meals (which are generally large) on dietary intake estimates. This procedure aimed to better reflect the participants' usual eating habits. The quantities consumed were estimated using standardized household measurements and, where necessary, visual aids to improve the accuracy of the reports. The conversion of food consumed into energy and nutritional intake (energy, macronutrients, and micronutrients) was performed using the SCDA NUTRISOFT-BILNUT software, version 2.01 (France). This software calculates daily intakes based on integrated databases. For traditional Senegalese foods or ingredients not listed in the software's database, additional information was entered. Furthermore, the traditional dishes mentioned by participants were broken down into their main ingredients to better estimate their energy and nutritional value.

Average nutritional intakes were then calculated for all participants and compared to international nutritional recommendations to assess the adequacy of their intake and identify any potential nutritional deficiencies or excesses. The Mean Adequacy Ratio (MAR) was calculated as the average of the Nutrient Adequacy Ratios (NARs) of fifteen

nutrients, as previously assessed (Elfane, Sahel and Belahsen, 2024) with each NAR value truncated to 1 to avoid overestimating overall nutritional adequacy. A MAR below 0.75 was considered an indicator of inadequate diet quality, in accordance with methodological recommendations in the literature (Hatløy, Torheim and Oshaug, 1998; Gibson, 2005).

Given the central role of sodium in regulating blood pressure, a sodium intake above 2000 mg per day was considered high, in accordance with World Health Organization recommendations (WHO, 2012, 2023a, 2023b). However, since the effect of sodium on blood pressure is modulated by potassium intake, the sodium/potassium (Na/K) ratio was calculated as an indicator of overall nutritional balance, incorporating both excess sodium and potassium deficiency. A ratio greater than 1 was considered unfavorable. According to WHO recommendations and data from large international epidemiological studies, this threshold is recognized as more predictive of elevated blood pressure and cardiovascular risk than sodium intake alone (WHO, 2012; Groenland et al., 2023).

Statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics for Windows (version 25). The threshold for statistical significance was set at $p < 0.05$ for all tests. Qualitative variables were described as counts (n) and percentages (%), while quantitative variables were expressed as means ± standard deviations (SD). The normality of quantitative variables was assessed using the Shapiro–Wilk test, When the assumption of normality was not met, non-parametric tests were used.

Comparisons of anthropometric, cardiovascular, and nutritional parameters by sex were performed using Student's t-test for independent samples for normally distributed variables, and comparisons of qualitative variables were performed using Pearson's chi-squared test when the conditions for application were met (counts ≥ 5). For variables with small count categories (e.g., certain BMI and income categories), Fisher's exact test was used.

Initially, bivariate analyses were performed to explore the association between hypertension and the variables studied. Qualitative variables were compared between the groups with and without hypertension using crosstabs in SPSS software, employing Pearson's chi-squared test when the application conditions were met, and Fisher's exact test when the expected sample sizes were insufficient. Quantitative variables were compared between the two groups using the independent-samples t-test.

Variables associated with hypertension at a p-value < 0.20 in bivariate analysis were considered candidate variables for multivariate logistic regression. This intentionally broad threshold was used to avoid the premature exclusion of potentially confounding factors and in accordance with methodological recommendations in epidemiology; the statistical significance threshold for the final model was set at $p < 0.05$. A binary logistic regression was then performed using the Binary Logistic Regression procedure to identify factors independently associated with hypertension. The dependent variable was blood pressure status (hypertension: yes/no). The explanatory variables (age, sex, monthly income, overweight/obesity, Mean Adequacy Ratio, high sodium intake, and sodium/potassium ratio) were simultaneously included in the model. The results are presented as adjusted odds ratios, along with their 95% confidence intervals and corresponding p-values. The overall goodness of fit of the model and the absence of collinearity among the explanatory variables were verified before final interpretation.

The absence of collinearity among the explanatory variables included in the logistic regression model was verified, with no factor exhibiting a variance inflation factor (VIF) greater than 2.

Nutritional indicators

The nutritional quality of the diet was also assessed using the nutritional indicators Nutrient Adequacy Ratios (NARs) and Mean Adequacy Ratio (MAR).

The NAR, corresponding to the adequacy ratio of each nutrient, was calculated for each individual based on their dietary intake of nutrients relative to the Reference Intakes (RIs) (Waijers, Feskens and Ocké, 2007) using the following formula: NAR = Intake of nutrient x / Recommended intake for the same nutrient x. When the dietary intake of a given nutrient exceeds the RIs, the resulting NAR is greater than one. To avoid overestimating overall nutritional adequacy, each NAR value was truncated to 1, as described by the methodology of (Hatløy, Torheim and Oshaug, 1998).

The MAR is an overall score that allows for the assessment of the adequacy of a diet in relation to nutritional recommendations. It is calculated using the following formula: MAR = ∑NARs/Number of nutrients (∑x). It corresponds to the average of the Nutrient Adequacy Ratios (NARs) for the selected nutrients (Elfane, Sahel and Belahsen, 2024). It allows for consideration of the adequacy of consumption relative to the recommended nutrient intakes (RNIs) for several nutrients simultaneously. The reference value of the MAR, corresponding to 100% of the RNIs, is set at "1" (ideal adequacy to recommendations).

The MAR, used as a composite indicator of overall diet quality, is analyzed both as a continuous variable and as a categorical variable (< 0.75 vs. ≥ 0.75), in accordance with methodological recommendations in the literature (Hatløy, Torheim and Oshaug, 1998; Gibson, 2005). As an example, in this study, sodium intake > 2000 mg/day was considered high, and a sodium/potassium ratio > 1 was considered unfavorable to cardiovascular health.

Ethical considerations

The study was conducted in accordance with ethical principles. Participation was voluntary, and written informed consent was obtained from all participants before their inclusion. Data were collected and analyzed anonymously and confidentially.

Results

1. Sociodemographic and socioeconomic characteristics

Table 1 shows that among the study's sample of 197 Senegalese immigrants, 96 were men and 101 were women. There was no significant difference between the sexes in terms of age, marital status, or education level. However, a significant difference in monthly income was observed between the sexes (p = 0.018): the number of women in the lowest income category was slightly higher (<$300), while men were more represented in the middle income category ($300–$500). A significant difference was also found for occupation (p = 0.036), with students being proportionally more numerous among men than among women.

2. Comparison of Anthropometric Parameters of the Study Sample by Sex

Data concerning anthropometric parameters compared by sex in the surveyed sample of Senegalese immigrants residing in El Jadida are presented in Table 2. While overall weight status appeared comparable between men and women, the data revealed significant differences in body morphology and adiposity distribution (Table 2). According to the anthropometric parameters presented in Table 2, the mean BMI did not differ significantly between men and women. However, significant differences were observed for some indicators of fat mass distribution, notably waist circumference and the waist-to-hip ratio (WHR). Indeed, men had a higher WHR than women, reflecting a more android fat distribution. However, using the WHO WHR classification, no statistically significant difference was observed between the sexes. Overall, these results suggest that, despite a comparable BMI between men and women, body fat distribution differed by sex, with a tendency toward more pronounced abdominal adiposity in men.

3. Cardiovascular parameters and blood pressure by sex

The comparison of cardiovascular parameters by sex (Table 3) did not reveal any statistically significant difference between men and women in this immigrant community. The mean heart rate was slightly higher in men (84.88 ± 1.81 beats/min) than in women (81.61 ± 1.41 beats/min), but the difference was not significant (p=0.15). Regarding systolic blood pressure (SBP), the proportions of participants with elevated SBP (≥ 140 mmHg) were comparable in both sexes (20.8% in both groups), with no significant difference (p=0.99). No significant difference was also observed for diastolic blood pressure (DBP) either (DBP ≥ 90 mmHg in men (12.5%) and women (11.9%) (p=0.89)). These results indicate that, in this population of Senegalese immigrants, sex is not significantly associated with cardiovascular parameters or blood pressure status, suggesting that other factors, particularly anthropometric, nutritional, and socioeconomic factors, may play a more decisive role in blood pressure variation.

Table 1. Sociodemographic and socioeconomic characteristics of Senegalese immigrants by sex.

Variables	Modalities	Total n (%)	Males n (%)	Females n (%)	p-value
Age (years)	18–25	30 (15.2)	16 (16.7)	14 (13.9)	0.766
	26–35	74 (37.6)	37 (38.5)	37 (36.6)	
	≥36	93 (47.2)	43 (44.8)	50 (49.5)	
Marital status	Single	101 (51.3)	52 (54.2)	49 (48.5)	0.428
	Married/in couple	96 (48.7)	44 (45.8)	52 (51.5)	
Monthly income ($)	<300	156 (79.2)	74 (77.1)	82 (81.2)	**0.018**
	300–500	30 (15.2)	20 (20.8)	10 (9.9)	
	>500	11 (5.6)	2 (2.1)	9 (8.9)	
Profession	Traders/other professions	179 (90.9)	83 (86.5)	96 (95.0)	**0.036**
	Students	18 (9.1)	13 (13.5)	5 (5.0)	
Education level (years)	<7	124 (62.9)	59 (61.5)	65 (64.4)	0.647
	≥7	73 (37.1)	37 (38.5)	36 (35.6)	

Note: Data are expressed as counts (N) and percentages (%). Percentages were calculated based on the total sample size (N = 197). Income amounts are expressed in US dollars ($). p-values were obtained using the chi-square test.

Table 2. Comparison of anthropometric parameters by sex among Senegalese immigrants.

Variables	Males (n= 96)	Females (n = 101)	Test (p-value)
Weight (kg) (mean ± SD)	79.05 ± 1.59	81.57 ± 1.61	Student t = 1.23; (p = 0.27)
Height (m) (mean ± SD)	1.77 ± 0.01	1.76 ± 0.01	Student t = 0.01; (p = 0.92)
BMI (kg/m²) (mean ± SD)	25.41 ± 0.53	26.24 ± 0.53	Student t = 1.23; (p = 0.26)
BMI (categories) n (%)			
-Underweight	3 (3.1)	3 (3.0)	χ^2 = 2.77 (p = 0.42)
-Normal weight	52 (54.2)	43 (42.6)	
-Overweight	24 (25.0)	32 (31.7)	
-Obesity	17 (17.7)	23 (22.8)	
WC (cm) (mean ± SD)	94.5 ± 9.2	88.0 ± 10.1	t = 4.74 (**p < 0.001**)
Hip Circumference (cm) (mean ±SD)	101.0 ± 8.5	104.5 ± 9.0	t = 2.76 (**p = 0.006**)
WTH (mean ± SD)	0.94 ± 0.05	0.84 ± 0.06	t = 12.0 (**p < 0.001**)
WTH (catégories) n (%)			
-Normal	55 (57.3)	62 (61.4)	χ^2 = 2.70 (p = 0.10)
-High	41 (42.7)	39 (38.6)	

Note: Data are expressed as mean ± standard deviation (SD) or as counts (N) and percentages (%). Comparisons between sexes were performed using Student's t-test for quantitative variables and the chi-square test for qualitative variables. The threshold for statistical significance was set at $p < 0.05$. Abbreviations: BMI = body mass index; WHR = waist-to-hip ratio; SBP = systolic blood pressure; DBP = diastolic blood pressure; SD = standard deviation.

Table 3. Comparison of cardiovascular and blood pressure parameters according to sex in the studied sample.

Variables	Modalities	Male n (%) or Mean ± SD	Female n (%) or Mean ± SD	p-value
Heart rate (bpm)	—	84.88 ± 1.81	81.61 ± 1.41	p = 0.15
SBP	< 140 mmHg	76 (79.2)	80 (79.2)	p = 0.99
	≥ 140 mmHg	20 (20.8)	21 (20.8)	
DBP	< 90 mmHg	84 (87.5)	89 (88.1)	p = 0.89
	≥ 90 mmHg	12 (12.5)	12 (11.9)	

Note: Data are expressed as mean ± standard deviation (SD) or as counts (n) and percentages (%). Comparisons between sexes were performed using Student's t-test for quantitative variables and the chi-square test for qualitative variables. The threshold for statistical significance was set at $p < 0.05$. SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; bpm: beats per minute. Hypertension was defined as an SBP ≥ 140 mmHg and/or a DBP ≥ 90 mmHg (WHO/ESC).

4. Average daily nutritional intake and food quality among Senegalese immigrants residing in El Jadida, according to WHO recommendations.

Table 4 presents the analysis of dietary intake, providing information on food quality according to WHO reference intake levels. These results highlight a dietary profile characteristic of a nutritional transition, marked by several quantitative and qualitative imbalances influencing cardiometabolic risk. Table 4 shows that the average energy intake observed is high compared to the individual needs recommended by the FAO/WHO (2010) (see also FAO/WHO/UNU, 2001, 2007). This result is consistent with the significant prevalence of overweight and obesity observed in the studied population. The indirect contribution of this energy overload is the elevation of blood pressure, notably through increased body mass and adiposity (El Hendaoui, Mziwira and Belahsen, 2023).

Regarding macronutrients, protein intake is generally in line with international recommendations, suggesting adequate coverage of needs. However, total fat intake exceeds WHO recommended levels, with an excessive contribution of saturated fatty acids, exceeding 10% of total energy intake. This lipid profile, linked to an unbalanced diet, suggests exposition of the study immigrant community to a detrimental effects on cardiovascular health. Excess fat, particularly saturated fat, is known to have potential effects on arterial stiffness and endothelial function, with consequences for blood pressure regulation. Carbohydrate intake appears to be quantitatively high; however, the lack of information on the quality of the carbohydrates consumed prevents a precise assessment of their metabolic impact. Nevertheless, the combination of high energy intake and low dietary fiber intake suggests insufficient consumption of minimally processed plant foods (fruits, vegetables, whole grains), in favor of more refined foods. Dietary fiber is among the most deficient nutrients in this population, with intakes significantly below the WHO recommended threshold of 25 g/day. This fiber deficiency is particularly concerning in the context of hypertension. Indeed, fiber is known for its protective role in regulating blood pressure, notably through improved insulin sensitivity, modulation of the gut microbiota, and reduction of low-grade inflammation.

Regarding micronutrients, sodium is known to play a role in regulating blood pressure. In the immigrant community studied, sodium intake far exceeded the maximum recommended threshold of 2,000 mg/day in a significant proportion of participants, thus constituting one of the most marked nutritional imbalances observed. At the same time, potassium intake was frequently insufficient and below international recommendations (≥ 3,510 mg/day), resulting in an unfavorable sodium/potassium ratio, recognized as a major determinant of cardiovascular risk and hypertension, independent of total energy intake.

Table 4. Average daily nutritional intake of the studied Senegalese immigrant community compared with WHO recommendations.

Nutrient	Mean Intake ± SD	WHO Reference	Interpretation
Energy (kcal/d)	2780 ± 520	Individual needs according to age, sex and physical activity [20]	High intake
Proteins (g/d)	88 ± 22	**0.83 g/d** in adults [21]	Globally sufficient
Carbohydrates (g/d)	330 ± 75	**55–75 %** of TEI [22]	High intake
Total Lipids (g/d)	95 ± 28	**15–30 %** of TEI [22]	High intake
SFA (%TEI)	13.5 ± 4.0	**< 10 %** of TEI [23]	Frequent excess
MUFA (% AET)	12.0 ± 3.5	No specific WHO threshold; recommended as a substitute for SFA [23]	Intermediate intake
UFA (% AET)	6.5 ± 2.2	**6–11 %** of TEI [23]	Consistent
Dietary Fibres (g/d)	14.0 ± 6.0	**≥ 25 g/d** in adults [22]	Insufficient
Na (mg/d)	3240 ± 1 050	**< 2000 mg/d** [1]	Marked excess
K (mg/d)	2650 ± 850	**≥ 3510 mg/d** in adults [18]	Often insufficient
Na/K	1.35 ± 0.55	**Ratio < 1** desirable for cardiovascular prevention [18]	Unfavorable
Total water (mL/d)	1850 ± 650	No strict WHO value; needs depend on climate and activity [20]	Intake possibly low
MAR (0–1)	0.82 ± 0.06	**< 0.75 :** overall nutritional inadequacy [16]	Moderately adequate

Note: Reference Intakes (RI); Total Energy Intake (TEI); WHO = World Health Organization; MAR = Mean Adequacy Ratio; Na/K = Sodium/Potassium Ratio; SFA: Saturated Fatty Acids; UFA: Unsaturated Fatty Acids; MUFA: Monounsaturated Fatty Acids. Reference intakes are derived from WHO reports and joint WHO/FAO reports. The Mean Adequacy Ratio (MAR) is a methodological indicator of overall nutritional adequacy (and not a WHO recommendation).

5. Factors Associated with Hypertension

As shown in Table 5, the comparison between the hypertensive and non-hypertensive participants groups reveals differences in sociodemographic, anthropometric, and nutritional variables. Among the sociodemographic factors, sex was not significantly associated with hypertension, with the proportion of men being almost identical in both groups (48.8% in the hypertensive group versus 48.7% in the non-hypertensive group; ($p = 0.99$)). The same was true for marital status, which did not differ significantly between the two groups, with a proportion of single individuals of 46.3% in the hypertensive group versus 52.6% in the non-hypertensive group ($p = 0.48$). Regarding age, participants aged 36 and over were proportionally more numerous in the hypertensive group than in the non-hypertensive group, at 43.9% versus 31.4%. However, this difference was not statistically significant ($p = 0.12$), suggesting a possible trend that should be interpreted with caution. A monthly income below USD 300 was significantly associated with hypertension. Indeed, 97.6% of hypertensive participants belonged to this income bracket, compared to 74.4% of non-hypertensive participants ($p = 0.017$), suggesting a potential link between socioeconomic vulnerability and hypertension in this immigrant population. Regarding the anthropometric variable, a significantly higher mean BMI was found in hypertensive participants (27.6 ± 4.2 kg/m²) compared to non-hypertensive participants (24.8 ± 3.9 kg/m²) ($p = 0.023$). Furthermore, the prevalence of overweight and obesity was significantly higher among hypertensive participants (87.8%) than among non-hypertensive participants (38.5%) ($p < 0.001$). These results highlight that excess weight is among the important factors associated with hypertension in this population. From a nutritional standpoint, the overall quality of the diet, assessed by

the Mean Adequacy Ratio (MAR), did not differ significantly between the two groups. The mean MAR was 0.81 ± 0.06 in hypertensive participants versus 0.83 ± 0.05 in non-hypertensive participants (p = 0.19). In contrast, a sodium intake exceeding 2000 mg/day was more frequent among hypertensive participants than among non-hypertensive participants (87.8% versus 71.8%). However, this association was close to the threshold of statistical significance (p = 0.06). This result should therefore not be presented as a statistically significant association, but rather as a possible trend suggesting a potential role of high sodium intake in hypertension.

Although the sodium/potassium ratio allows for a joint assessment of the balance between sodium and potassium intake, the interpretation in Table 5 focused on sodium intake above 2000 mg/day, which corresponds to a clearly defined nutritional threshold. The Na/K ratio was not included in Table 5 and will be considered in the supplementary nutritional analysis to avoid redundancy with the detailed nutritional indicators presented in Table 6.

Table 5. Factors associated with hypertension in Senegalese immigrants.

Variables	Total n (%) or Mean ± SD	Non-HTA (n = 156)	HTA (n = 41)	p-value
Sociodemographic				
Sex (Male)	96 (48.7)	76 (48.7)	20 (48.8)	0.99
Age ≥ 36 yrs	67 (34.0)	49 (31.4)	18 (43.9)	0.12
Single	101 (51.3)	82 (52.6)	19 (46.3)	0.48
Income < 300 $	156 (79.2)	116 (74.4)	40 (97.6)	**0.017**
Anthropometrics				
BMI (kg/m²)	25.3 ± 4.1	24.8 ± 3.9	27.6 ± 4.2	**0.023**
Overweight/obesity	96 (48.7)	60 (38.5)	36 (87.8)	**<0.001**
Nutrition				
MAR	0.82 ± 0.06	0.83 ± 0.05	0.81 ± 0.06	0.19
Sodium > 2000 mg/d	148 (75.1)	112 (71.8)	36 (87.8)	0.06

Note: Data are expressed as counts (n) and percentages (%) or as mean ± standard deviation (SD). Comparisons between the groups with or without hypertension were performed using the chi-square test for categorical variables and the Student's t-test for continuous variables. The threshold for statistical significance was set at $p < 0.05$. Hypertension is defined as a systolic blood pressure (SBP) ≥ 140 mmHg and/or a diastolic blood pressure (DBP) ≥ 90 mmHg; BMI = body mass index (kg/m²); MAR = mean adequacy ratio.

Table 6. Factors independently associated with hypertension in Senegalese immigrants.

Variables	Adjusted OR	IC 95 %	p-value
Age ≥ 36 yrs	1.68	[0.82 – 3.44]	0.15
Sex (Male)	1.01	[0.49 – 2.08]	0.98
Low income < 300 $	**4.72**	**[1.08 – 20.65]**	**0.039**
Overweight/obesity (BMI ≥ 25kg/m²)	**6.31**	**[2.58 – 15.43]**	**< 0.001**
Low MAR (< 0.75)	1.29	[0.54 – 3.09]	0.56
High Sodium (> 2000 mg/j)	2.11	[0.88 – 5.03]	0.09
Unfavorable Na/K Ratio (> 1)	1.47	[0.65 – 3.32]	0.35

Note: SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic blood pressure; The dependent variable was hypertension, defined as SBP ≥ 140 mmHg and/or DBP ≥ 90 mmHg; Odds ratios (ORs) were adjusted for all variables included in the model; The threshold for statistical significance was set at $p < 0.05$.

6. Factors Independently Associated with Hypertension

Multivariate analysis using logistic regression in Table 6 identified factors independently associated with hypertension among Senegalese immigrants residing in El Jadida, after adjusting for sociodemographic, anthropometric, and nutritional variables included in the model. Among the variables studied, low monthly income (< $300) emerged as a factor significantly associated with hypertension. Subjects in this category had a nearly five times greater risk of hypertension compared to those with higher incomes (adjusted OR = 4.72; 95% CI: [1.08–20.65]; p=0.039). This result highlights the major impact of socioeconomic determinants on cardiovascular health in this migrant population. Overweight/obesity (BMI ≥ 25 kg/m²) appeared to be the strongest association observed with hypertension. Overweight or obese individuals had a more than sixfold increased risk of hypertension compared to individuals of normal weight (adjusted OR = 6.31; 95% CI: [2.58–15.43]; p<0.001). This robust association confirms the central role of excess weight in the pathophysiology of hypertension.

Discussion

This study highlighted the importance of certain factors related to socioeconomic vulnerability and health status, specifically hypertension, in an immigrant population. As the IOM report emphasizes, these factors can be associated with health status through several social, economic, and health-related mechanisms, including living conditions, access to healthcare, and integration into the host country (IOM, 2019). The data presented here reveal that monthly income and professional status differ by gender, suggesting that vulnerability is heterogeneous within this studied immigrant population. Results obtained by Essayagh et al. (2023) in the Moroccan context also showed that migrants have a significant burden of chronic diseases, including hypertension, which underscores the importance of studying these determinants in immigrant populations living in Morocco. Furthermore, the importance of the role played by the social and migratory context was also suggested by the findings of van der Linden et al. (2022), who showed that the determinants of hypertension can vary according to place of residence in African populations (van der Linden et al., 2022). Finally, the review by Meeks and Agyemang highlights that cardiovascular risk in African migrants is multifactorial and can be influenced by socioeconomic conditions and the post-migration environment (Meeks and Agyemang, 2025). Thus, the higher representation of women in the lowest income category observed in this study could reflect economic vulnerability possibly associated with a less favorable cardiovascular risk profile, particularly through more limited access to quality food, healthcare, and adequate living conditions.

The results reported here highlight an overall dietary profile that is unfavorable to cardiovascular health, and may be related to the blood pressure profile observed in this migrant population, without allowing any causal inference due to the cross-sectional design of the study. Indeed, the nutritional profile of the studied population was characterized by high energy intake, excessive sodium consumption, and a lipid intake containing a significant proportion of saturated fatty acids, in addition to excess body weight. The observed association between excess weight and hypertension suggests that overweight and obesity may represent important factors associated with arterial hypertension in this population. The relationship between excessive adiposity and cardiovascular dysfunction has been widely described in the literature (Wu, Micha and Mozaffarian, 2019; Challa, Ameer and Uppaluri, 2023; Onwuzo et al., 2023). These factors collectively may be linked to blood pressure regulation through mechanisms described in the literature, but the present study does not allow causal conclusions to be drawn.

In addition to anthropometric and nutritional factors, a comparison between hypertensive and non-hypertensive participants showed that a monthly income below USD 300 was significantly more frequent among hypertensive subjects. This finding suggests that socioeconomic vulnerability may be associated with hypertension in this immigrant population. However, given the cross-sectional nature of the study, this association does not establish a causal relationship between low income and hypertension.

Rather, low income may be part of a broader context of social vulnerability, characterized by more limited access to healthy food, increased exposure to chronic stress, unfavorable living conditions, and more restricted access to healthcare (Batis et al., 2011; Osei-Kwasi et al., 2017; Wang et al., 2020; WHO, 2023a, 2023b). Since the majority of participants belonged to the low-income category, this association should be interpreted with caution. The comparison with participants having a higher income was therefore based on a small subgroup, which may have influenced the stability and accuracy of the estimate. This is generally the case for the associations observed in this study, which, due to the cross-sectional nature of the protocol, must also be interpreted with caution, since this type of study does not allow for establishing a causal relationship between the sociodemographic, anthropometric, or nutritional factors studied and hypertension. Thus, the observed dietary factors should be considered as descriptive elements of the population's nutritional profile or as factors possibly associated with hypertension, and not as direct causes of elevated blood pressure.

In the context of an ongoing nutritional transition in developing countries (Wang et al., 2020; WHO, 2023a, 2023b), these results are consistent with the literature reporting associations between diets high in sodium and saturated fats and an increased risk of hypertension and cardiovascular disease (Challa, Ameer and Uppaluri, 2023; Onwuzo et al., 2023).

In this study, although the association with salt intake was borderline statistically significant and did not reach the conventional threshold of 5% ($p = 0.06$), a sodium intake exceeding 2,000 mg/day was more frequent in hypertensive subjects than in non-hypertensive participants. This result should nevertheless be interpreted with caution and considered a possible trend rather than a statistically significant association. This observation remains biologically plausible, however, as reducing sodium intake is recognized by the WHO as one of the most effective and cost-efficient nutritional interventions for the prevention of hypertension (WHO, 2023a, 2023b).

These WHO recommendations set a global target of a 30% reduction in salt consumption by 2025 (WHO, 2023a, 2023b). Furthermore, recent analyses confirm that excess sodium exerts its deleterious effects independently of overall energy intake, through mechanisms including increased plasma volume and vascular dysfunction (Popkin, 2017; Wu, Micha and Mozaffarian, 2019; He et al., 2021).

The sodium/potassium ratio, although a relevant complementary indicator for interpreting the dietary profile and cardiovascular risk of this population, was not included in Table 5 to avoid redundancy with the detailed nutritional indicators presented in Table 6. It has been shown that the association between sodium and cardiovascular risk should be interpreted in conjunction with potassium intake (O'Donnell et al., 2019). Furthermore, profiles combining moderate sodium intake and higher potassium intake are associated with the lowest risk of cardiovascular events and mortality. Similarly, Gonçalves and Abreu (2020), in a systematic review, reported that higher potassium intake and a lower sodium/potassium ratio are associated with a lower cardiovascular risk. Thus, even though it is not shown in Table 5, the Na/K ratio provides important additional information, as it allows for a better assessment of the balance between excess sodium and insufficient potassium intake, two elements involved in the regulation of blood pressure (O'Donnell et al., 2019; Gonçalves and Abreu 2020).

Importantly, it is the unfavorable sodium/potassium ratio, and in particular insufficient potassium intake as observed in this study, that may reflect an unfavorable nutritional balance related to blood pressure regulation. The relevance of the sodium/potassium ratio as an indicator of cardiovascular risk, rather than each nutrient considered individually, has been demonstrated in large prospective studies and systematic reviews showing an association between a high ratio and increased blood pressure as well as cardiovascular events (O'Donnell et al., 2019 ; Gonçalves and Abreu, 2020).

In this context, current nutritional recommendations advocate increasing the consumption of foods naturally rich in potassium, such as fruits, vegetables, and legumes, in order to counteract the detrimental effects of excessive sodium intake on blood pressure regulation (WHO, 2023a, 2023b). These findings support the importance of comprehensive dietary approaches, focusing not only on salt reduction but also on improving overall dietary quality (Challa,

Ameer and Uppaluri, 2023; Onwuzo et al., 2023; WHO, 2023a, 2023b).

Another unfavorable factor is fiber intake, which is known to play a role in blood pressure regulation and cardiovascular prevention (Filippou et al., 2020; Tejani et al., 2023). The insufficient dietary fiber intake observed in this population may represent an additional unfavorable dietary characteristic. Recent reviews indicate that high fiber intake, integrated into comprehensive dietary patterns such as the DASH diet, is associated with significant reductions in blood pressure, independent of body weight (Filippou et al., 2020; Challa, Ameer and Uppaluri, 2023; Onwuzo et al., 2023; Tejani et al., 2023). The coexistence, in this study, of high energy intake and low fiber intake suggests a limited consumption of minimally processed plant-based foods, in favor of refined and energy-dense foods, a situation frequently described in migrant populations facing socioeconomic constraints (Batis et al., 2011; Osei-Kwasi et al., 2017).

Using the Mean Adequacy Ratio (MAR) for the overall assessment of diet quality, the results indicate moderate nutritional adequacy, with no independent association with hypertension after adjustment. Although MAR reflects a moderately satisfactory overall nutritional adequacy, this composite indicator does not allow identification of specific nutritional imbalances potentially relevant to blood pressure regulation (Hatløy, Torheim and Oshaug, 1998; Gibson, 2005). This result suggests that overall indicators of nutritional adequacy can mask specific imbalances in nutrients with a well-established impact on blood pressure, such as excess sodium or poor lipid quality (Mozaffarian, 2016). In particular, beyond sodium intake alone, the balance between sodium and potassium intake plays a central role in blood pressure regulation (WHO, 2012; O'Donnell et al., 2019; Gonçalves and Abreu, 2020).

However, the absence of a significant association between the MAR and hypertension after adjustment does not necessarily mean the absence of relevant nutritional imbalances. Since the MAR is a global indicator, it can mask certain imbalances in specific nutrients, such as high sodium intake, an unfavorable Na/K ratio, low fiber consumption, or poor lipid quality. Furthermore, the observed trends for sodium and the Na/K ratio may be due to the likely influence of measurement errors in the dietary assessment, particularly those related to recall bias, social desirability, and intra-individual variability in intake. In addition, the limited statistical power, due in particular to the relatively small number of hypertensive subjects, may have reduced the study's ability to detect significant associations for certain nutritional variables.

In this context, the dietary imbalances observed in this study may help inform future nutritional interventions, including salt reduction, improvement of lipid quality, and increased consumption of foods rich in fiber and potassium. However, these dietary variables should be considered as descriptive elements of the nutritional profile rather than as independent determinants of hypertension in this study. Such interventions should be integrated into multidimensional prevention strategies, taking into account the socioeconomic and cultural constraints specific to the migration context, in order to improve their acceptability and effectiveness. These strategies should also be aligned with existing public health initiatives, such as universal salt iodization, since reducing iodized salt consumption may have unintended consequences, particularly with regard to iodine deficiency.

Study limitations

This study has certain methodological limitations that must be considered when interpreting the results. First, its cross-sectional nature does not allow for establishing a causal link between the sociodemographic, anthropometric, or nutritional factors studied and hypertension; therefore, these results should be interpreted as associations. Second, although the assessment of dietary intake is based on two 24-hour dietary recalls taken on different days, this method may not fully reflect participants' usual dietary intake or capture all intra-individual variability. Furthermore, like any self-reported method, it may be subject to recall bias and social desirability bias, which could lead to an underestimation or overestimation of certain intakes relevant to the research question, particularly energy, sodium, or lipid intake. Furthermore, because the recalls were taken on days other than Fridays and public holidays to avoid the influence of specific or exceptional meals, some

weekly or holiday-related dietary variations may not have been fully captured. Third, the use of non-probability sampling may also introduce selection bias and limit the representativeness of the sample studied. In addition, the socio-professional and economic homogeneity of the sample may have reduced the variability of some explanatory variables, particularly occupation and income. Consequently, although low income remains independently associated with hypertension in the multivariate model, this result should be interpreted with caution.

Moreover, the majority of participants belonged to the low-income category, meaning that the comparison was made with a relatively small subgroup of higher-income participants. This skewed distribution may have affected the stability and precision of the income-related estimates, as suggested by the width of the confidence interval. Nevertheless, this result remains relevant as it highlights the potential importance of socioeconomic factors on the cardiovascular health of this immigrant population. The results obtained cannot therefore be generalized to all Senegalese immigrants or to other sub-Saharan populations living in Morocco. Similarly, the sample size and the limited geographical context of the city of El Jadida may restrict the scope of the results and must also be taken into account. Furthermore, although blood pressure was measured in the morning according to a standardized protocol and conditions, certain factors contributing to its variability, such as recent coffee or tobacco consumption and stress levels at the time of the survey, were not systematically collected and must be considered when interpreting the results.

It should also be noted that it would have been useful for this study to include a comparison with a reference group of Senegalese residents in their country of origin, in order to facilitate and complement the comparative interpretation of the results. Such data would have allowed for a better distinction between factors related to the migratory context, local living conditions, and the specific characteristics of the studied population.

Despite these limitations, the strength of this study lies in providing useful data on the prevalence of hypertension and its associated factors within a still poorly documented immigrant population.

Conclusion

The data from this study revealed a significant prevalence of hypertension and highlighted the importance of associated socioeconomic and anthropometric factors among Senegalese immigrants residing in El Jadida. Analysis of these data also indicates that hypertension is primarily associated with socioeconomic vulnerability and excess weight in this immigrant population. The results show that, after multivariate analysis, low income remained independently associated with hypertension, suggesting the possible influence of living conditions, access to quality food, healthcare utilization, and prevention as social determinants of health. Overweight and obesity were also independently associated with hypertension, representing the strongest association observed in the final model, and underscore the importance of weight management and consideration of socioeconomic factors in hypertension prevention strategies for immigrant populations.

On the other hand, although several nutritional imbalances were observed, including high sodium intake and poor lipid quality, these parameters were not identified as independently associated factors for hypertension in the final model and should therefore be interpreted as descriptive elements of this population's dietary profile. They may also be useful for guiding future research or prevention efforts, but should not be presented as independent determinants of hypertension in this study. The reported results support the implementation of integrated and culturally appropriate interventions, combining systematic screening, improved access to healthcare, prevention of overweight and obesity, and general nutrition education tailored to the socioeconomic context of this population.

Finally, longitudinal studies and repeated dietary assessments are needed to better understand causal pathways and risk profiles, and to identify the most effective strategies for reducing the burden of hypertension among sub-Saharan migrants in Morocco and elsewhere.

Acknowledgments

The authors thank all those who contributed to this study, particularly the sub-Saharan participants, for their availability, trust, and collaboration, and for agreeing to participate.

References

Ataklte F., Erqou S., Kaptoge S., Taye B., Echouffo-Tcheugui J.B., Kengne A.P. (2015). Burden of Undiagnosed Hypertension in Sub-Saharan Africa. Hypertension 65(2): 291–298. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.04394

Batis C., Hernandez-Barrera L., Barquera S., Rivera J.A., Popkin B.M. (2011). Food acculturation among Mexicans. J Nutr 141(10): 1898–1906. doi: 10.3945/jn.111.141473

Challa H.J., Ameer M.A., Uppaluri K.R. (2023). DASH diet to stop hypertension. StatPearls.

Elfane H., Sahel K., Belahsen R. (2024). Association of newborn low birth weight and maternal diet quality. Mediterr J Nutr Metab 17(2): 93–105. doi: 10.3233/MNM-230040

El Hendaoui H., Mziwira M., Belahsen R. (2023). Prevalence of obesity and hypertension in the region of Khouribga (Morocco): Effects of socio-demographic and lifestyle factors. E3S Web Conf 452: 07008. doi: 10.1051/e3sconf/202345207008

Essayagh F., Essayagh T., Essayagh M., Khouchoua M., Lemriss H., Rattal M., Bukassa G., Essayagh S. (2023). Disease burden among migrants in Morocco in 2021: A cross sectional study. PLoS One 18(1): e0281129. doi: 10.1371/journal.pone.0281129

FAO/WHO (2002). Human vitamin and mineral requirements. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Bangkok, Thailand. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO/WHO (2010). Fats and fatty acids in human nutrition. Rome: FAO.

FAO/WHO/UNU (2001). Human energy requirements.

FAO/WHO/UNU (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. Geneva: WHO.

Filippou C.D., Thomopoulos C., Kouremeti M., Sotiropoulou L.I., Nihoyannopoulos P., Tousoulis D. (2020). DASH Diet and Blood Pressure Reduction. Adv Nutr 11(5): 1150–1160. doi: 10.1093/advances/nmaa041

Geldsetzer P., Manne-Goehler J., Theilmann M., Davies J.I., Awasthi A., Vollmer S. (2019). The state of hypertension care in 44 low-income and middle-income countries. Lancet 394(10199): 652–662. doi: 10.1016/S0140-6736(19)30955-9

Gibson R.S. (2005). Principles of Nutritional Assessment. Oxford: Oxford University Press.

Gonçalves C., Abreu S. (2020). Sodium and Potassium Intake and Cardiovascular Disease in Older People: A Systematic Review. Nutrients 12(11): 3447. doi: 10.3390/nu12113447

Groenland E.H., Vendeville J.-P.A.C., Bots M.L., Visseren F.L.J., Musson R.E.A., Spiering W. (2023). Validation of spot urine in estimating 24-h urinary sodium, potassium and sodium-to-potassium ratio during three different sodium diets in healthy adults. Blood Press 32(1): 2170868. doi: 10.1080/08037051.2023.2170868

Hamoudi A., Ben Abdelaziz A., Melki S., Ben Hassine D., Ben Rejeb N., Omezzine A. (2022). Epidemiology of arterial hypertension in Tunisia. Tunis Med 100(2): 167–179.

Hatløy A., Torheim L.E., Oshaug A. (1998). Food variety—a good indicator of nutritional adequacy of the diet? Eur J Clin Nutr 52(12): 891–898. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600662

He F.J., Campbell N.R.C., Woodward M., MacGregor G.A. (2021). Salt reduction to prevent hypertension. Eur Heart J 42(25): 2501–2505. doi: 10.1093/eurheartj/ehab274

IOM (2019). World Migration Report 2020. United Nations.

Meeks K.A.C., Agyemang C. (2025). Cardiovascular Disease Burden among African Migrants. Curr Atheroscler Rep 27(59): 1-11. doi: 10.1007/s11883-025-01307-w

Mills K.T., Stefanescu A., He J. (2020). The global epidemiology of hypertension. Nat Rev Nephrol 16(4): 223–237. doi: 10.1038/s41581-019-0244-2

Mozaffarian D. (2016). Dietary and Policy Priorities for Cardiovascular Disease. Circulation 133(2): 187–225. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018585

Nishida C., Ko G.T., Kumanyika S. (2010). Body fat distribution and noncommunicable diseases. Eur J Clin Nutr 64(1): 2–5. doi: 10.1038/ejcn.2009.139

O'Donnell M., Mente A., Rangarajan S., McQueen M.J., O'Leary N., Yin L., et al. (2019). Joint association of urinary sodium and potassium excretion with cardiovascular events and mortality: prospective cohort study. BMJ 364: l772. doi: 10.1136/bmj.l772

Onwuzo C., Eze S., Okafor C., Nwankwo M., Iloh G., Okeke T. (2023). DASH Diet: A Review of Its Hypertension Reduction Benefits. Cureus 15(9). doi: 10.7759/cureus.44692

Osei-Kwasi H.A., Powell K., Nicolaou M., Holdsworth M. (2017). Influence of migration on dietary practices. Ann Hum Biol 44(5): 454–463. doi: 10.1080/03014460.2017.1333148

Popkin B.M. (2017). Relationship between food system dynamics and nutrition transition. Nutr Rev 75(2): 73–82. doi: 10.1093/nutrit/nuw064

Tejani V.N., Mamtani R., Nair D., Nair V. (2023). Dietary Fiber Intake and Blood Pressure Worldwide. Cureus 15(9). doi: 10.7759/cureus.46116

The Lancet (2017). Department of Error. Lancet 389(10068): e2. doi: 10.1016/S0140-6736(16)32060-8

van der Linden E.L., Bots M.L., Peters R.J.G., Visseren F.L.J., van der Graaf Y., Agyemang C. (2022). Hypertension determinants among Ghanaians differ according to location of residence. J Hypertens 40(5): 1010-1018. doi: 10.1097/HJH.0000000000003108

Waijers P.M., Feskens E.J., Ocké M.C. (2007). A critical review of predefined diet quality scores. B J Nutr 97(2): 219–231. doi: 10.1017/S0007114507250421

Wang Y.-J., Yeh T.-L., Shih M.-C., Tu Y.-K., Chien K.-L. (2020). Dietary Sodium Intake and Risk of Cardiovascular Disease. Nutrients 12(10): 2934. doi: 10.3390/nu12102934

WHO (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva: World Health Organization.

WHO (2012). Guideline: potassium intake for adults and children. Geneva: WHO.

WHO (2021). Guideline for the pharmacological treatment of hypertension in adults. Geneva: WHO.

WHO (2023a). Global report on hypertension: the race against a silent killer. Geneva: WHO Edition.

WHO (2023b). Rapport mondial de l'OMS sur la réduction de la consommation de sodium. Geneva: WHO Edition.

WHO (2025). Hypertension fact sheet. Geneva: WHO.

Wu J.H.Y., Micha R., Mozaffarian D. (2019). Dietary fats and cardiometabolic disease. Nat Rev Cardiol 16(10): 581–601. doi: 10.1038/s41569-019-0206-1

Zhou B., Carrillo-Larco R.M., Danaei G., Riley L.M., Paciorek C.J., Stevens G.A. (2021). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019. Lancet 398(10304): 957–980. doi: 10.1016/S0140-6736(21)01330-1

Rev. Esp. Antrop. Fís. (2026)
Vol. 54: 40-48

Reconstrucción del origen de la población agote a través de la genómica computacional

Alicia Portela-Estévez[1], Alín P. Acuña-Alonzo[2], Cesar A. Fortes-Lima[3,4], Araxi O. Urrutia[2], Javier Lescure[1], Georgios Athanasiadis[5] y Antonio González-Martín[1]

[1]Unidad de Antropología Física, Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, España.
[2]Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
[3]Department of Genetic Medicine and McKusick-Nathans Institute, Miller Research Building, Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, Maryland, USA.
[4]Human Evolution Program, Department of Organismal Biology, Evolutionary Biology Centre, Uppsala University, Uppsala, Sweden.
[5]Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Biología, Universitat de Barcelona, España.

**Corresponding Author:* alport02@ucm.es

RESUMEN

Los agotes representan una de las poblaciones más misteriosas de Europa Occidental. Este grupo humano se ubica actualmente en el barrio de Bozate, Arizkun (Navarra). En el pasado su distribución fue mucho más amplia, aunque se desconoce su verdadero origen poblacional. Este colectivo sufrió una fuerte marginación social hasta el siglo XX. Aunque existen diversas teorías acerca de su procedencia – y, por tanto, de los motivos de su exclusión – (sarracenos, vikingos, visigodos, judíos, cátaros), la mayor parte de ellas carecen de rigor científico. Los objetivos de este trabajo son identificar el origen de los agotes, reconstruir su historia y explorar las posibles causas de su discriminación. Para ello, se dispone de un conjunto de datos genómicos (~ 620.000 SNPs) de 125 muestras de individuos procedentes de Bozate, Valle del Baztan y Navarra. La caracterización genotípica se llevó a cabo mediante el microarray Axiom™ Genome-Wide Human Origins. Los genotipos se unieron con datos de referencia y se analizaron mediante herramientas computacionales para conocer la estructura genética (PCA y fineSTRUCTURE), el perfil de ascendencia (ADMIXTURE) y la historia demográfica (IBDNe). Los resultados permiten descartar las teorías relacionadas con un origen remoto, apuntando a un origen local. Se detecta un cuello de botella alrededor de los siglos X-XIII, que podría coincidir con el inicio de su marginación y de su génesis como grupo. Finalmente, se aprecia un elevado coeficiente de parentesco entre los individuos de la población agote, posiblemente como consecuencia del aislamiento social y biológico mantenido durante siglos.

Palabras clave:

Agotes
Bozate
Marginación social
Genómica computacional
Parentesco

Recibido: 21-01-2026
Aceptado: 29-07-2026

ABSTRACT

The Agotes are one of the most mysterious groups in Western Europe. This community is currently located in the Bozate neighborhood of Arizkun (Navarra). In the past, their presence was much more widespread, although their true origins remain unknown. This group suffered severe social marginalization until the 20th century. Although there are various theories regarding their origins—and, consequently, the reasons for their exclusion—(Saracens, Vikings, Visigoths, Jews, Cathars), most of them lack scientific rigor. The objectives of this study are to identify the origin of the Agotes, reconstruct their history, and explore the possible causes of their discrimination. To this end, a genomic dataset (~ 620,000 SNPs) from 125 samples of individuals from Bozate, the Baztan Valley, and Navarre is available. Genotypic characterization was performed using the Axiom™ Genome-Wide Human Origins microarray. The genotypes were aligned with reference data and analyzed using computational tools to determine genetic structure (PCA and fineSTRUCTURE), ancestry profile (ADMIXTURE), and demographic history (IBDNe). The results rule out theories regarding a distant origin, pointing instead to a local origin. A bottleneck is detected around the 10th to 13th centuries, which could coincide with the onset of their marginalization and the emergence of the group. Finally, a high kinship coefficient is observed among individuals in the Agote population, possibly as a result of the social and biological isolation maintained over centuries.

Keywords:

Agotes
Bozate
Social marginalization
Computational genomics
Inbreeding

ISSN: 2253-9921
© 2026 Sociedad Española de Antropología Física

Introducción

La población agote consiste en una población humana que forma parte del conjunto de grupos singulares de la Península Ibérica, entre los que también se encuentran otros genéticamente caracterizados, como los chuetas (Ferragut et al., 2020), los maragatos (Larruga et al., 2001), los pasiegos (Maca-Meyer et al., 2003) y los vaqueiros de alzada (Gómez et al., 2014). Las fuentes históricas indican que en el pasado los agotes se distribuían en ambas vertientes del Pirineo Occidental. En la actualidad, el único colectivo identificado como agote reside en el Barrio de Bozate, perteneciente a la localidad navarra de Arizkun, ubicada en el Valle del Baztan, situado en el norte de Navarra y muy próximo a la frontera con Francia. La principal singularidad de esta población es que se desconoce su origen, aspecto íntimamente relacionado a la fuerte discriminación social a la que fueron sometidos durante siglos por parte de los pueblos vecinos no agotes, que los mantuvieron excluidos del ámbito social y religioso hasta el siglo XX. La primera referencia histórica del término "agote" corresponde al año 1.000 d.E.C. (Michel, 1847). Otras referencias posteriores datan la existencia de este grupo en 1.266 (Lizarraga, 2025) y 1.500 (Idoate, 1948, 1973), fechas que varían en función de las diferentes fuentes bibliográficas. Actualmente la opresión hacia este pueblo ya no existe, aunque siguen sin conocerse las causas de su marginación, las cuales posiblemente se encuentran vinculadas a su origen poblacional.

Los agotes no poseen ningún rasgo físico ni cultural que los diferencie de los grupos de su entorno. De todas formas, a lo largo de la historia se han propuesto hipótesis de diferente naturaleza para justificar la marginación a las que se les sometió, aunque ninguna de ellas cuenta con una sólida evidencia científica que las respalde. Realizando una sistematización de estas hipótesis, existe un grupo que propone un origen foráneo de los agotes, como son las teorías que apoyan un origen judío, defendiendo la idea de que los agotes eran descendientes de los constructores del Templo de Salomón en Jerusalén durante el siglo X a.E.C., los cuales fueron expulsados por su deficiente trabajo (Du Bosquets, 1635; Lardizabal y Uribe, 1730). Otra de las hipótesis englobadas en este grupo es la teoría sarracena. En este caso, los agotes serían soldados procedentes del norte de África que se dispersaron a lo largo de la frontera franco-española tras la derrota musulmana en la batalla de Poitiers en el año 732 d.E.C. (Perochegui, 1760). Un grupo de investigadores defiende un origen vikingo, que se basa en documentos que atestiguan la llegada de exploradores vikingos a la región cantábrica y a Euskadi a mediados del siglo IX d.E.C. (Legarreta y Santxotena, 2018). La última teoría perteneciente a este grupo es la que plantea que los agotes descienden de los godos, una población de procedencia centroeuropea que practicaba el arrianismo, una herejía que se contraponía al catolicismo (Florimond, 1607; Marca, 1640; Vizcay, 1687, Michel, 1847). Además, existe otra teoría que relaciona a los agotes con el catarismo, otra herejía que tuvo sus últimos reductos en el sur de Francia, según la cual, los agotes serían los cátaros que huyeron de la Cruzada Albigense durante el siglo XIII d.E.C. (Moret y Mendi, 1695). Finalmente, y englobadas en otro grupo, existen hipótesis que proponen un origen poblacional local, argumentando que las causas de la marginación tuvieron que ser culturales y/o sociales (Rochas, 1876; Roussel, 1893).

Aunque se conoce poco sobre los agotes, estos han sido descritos y caracterizados por muchos etnógrafos franceses y españoles (Michel, 1847; Cordier, 1866; Uranzu, 1955; Fabre, 1987; Antolini, 1989; Ricau, 1999; Descazeaux, 2002; García-Egocheaga, 2003; Aguirre Delclaux, 2006; Arburua Olaizola, 2015). Hasta la fecha, solo un estudio ha buscado explorar su ascendencia mediante observaciones antropométricas y marcadores genéticos clásicos (Hors, 1951). Sin embargo, esta población aún no ha sido caracterizada mediante marcadores genómicos. Por ello, se plantea este estudio genómico en el que se pretenden alcanzar los siguientes objetivos: i) determinar el origen de los agotes; ii) identificar las posibles causas de su discriminación; iii) reconstruir su historia demográfica y iv) evaluar su grado de aislamiento genético.

Material y Métodos

Toma de muestras y extracción de ADN

Se tomaron muestras de ADN de 125 individuos mediante raspado bucal de donantes voluntarios procedentes de Bozate (N = 68; 11 agotes y

57 agotes autoidentificados como mestizos), Valle del Baztan (N = 21) y Navarra (N = 36). Es preciso matizar que la etiqueta poblacional Navarra hace referencia a población general de la comunidad autónoma de Navarra, excluyendo el Valle del Baztan. A los donantes se les explicó la naturaleza y los objetivos del proyecto, proporcionándoles un consentimiento informado. Además, se les realizó una encuesta con el fin de recabar información acerca de sus orígenes, de los de sus padres y de sus cuatro abuelos, así como las relaciones familiares que pudieran existir entre ellos. El ADN se extrajo mediante precipitación salina, se cuantificó por fluorimetría (Qubit/Nanodrop 3300) y se evaluó la integridad de la muestra con Genomic DNA Screen Tape (Tapestation 2200). El estudio se diseñó de acuerdo con los principios éticos estipulados en la Declaración de Helsinki y recibió la aprobación por parte del Departamento de Universidad, Innovación y Transformación Digital del Gobierno de Navarra (número de referencia: 594556). Todos los participantes dieron su consentimiento informado mediante formularios firmados por ellos mismos y por el investigador principal del proyecto.

Conjunto de datos genotípicos

Las 125 muestras inéditas de ADN fueron genotipadas mediante el microarray Axiom™ Genome-Wide Human Origins, obteniendo un conjunto de datos de un total de 619.036 polimorfismos de solo nucleótido (SNPs). Para aportar un contexto genómico y poner a prueba las diferentes teorías que existen sobre el origen de los agotes, se incorporaron datos de poblaciones de referencia genotipadas con el mismo microarray. De la base de datos Allen Ancient DNA Resource (Mallick et al., 2024), se obtuvieron datos para un total de 533 individuos procedentes de poblaciones con ascendencia representativa de los posibles orígenes: Oriente Medio (ascendencia judía), norte de África (ascendencia sarracena), norte de Europa (ascendencia vikinga), centro de Europa (ascendencia goda), así como poblaciones de Europa occidental, específicamente cercanas geográficamente a Bozate, como vascos españoles, vascos franceses y poblaciones del sur de Francia (Figura 1).

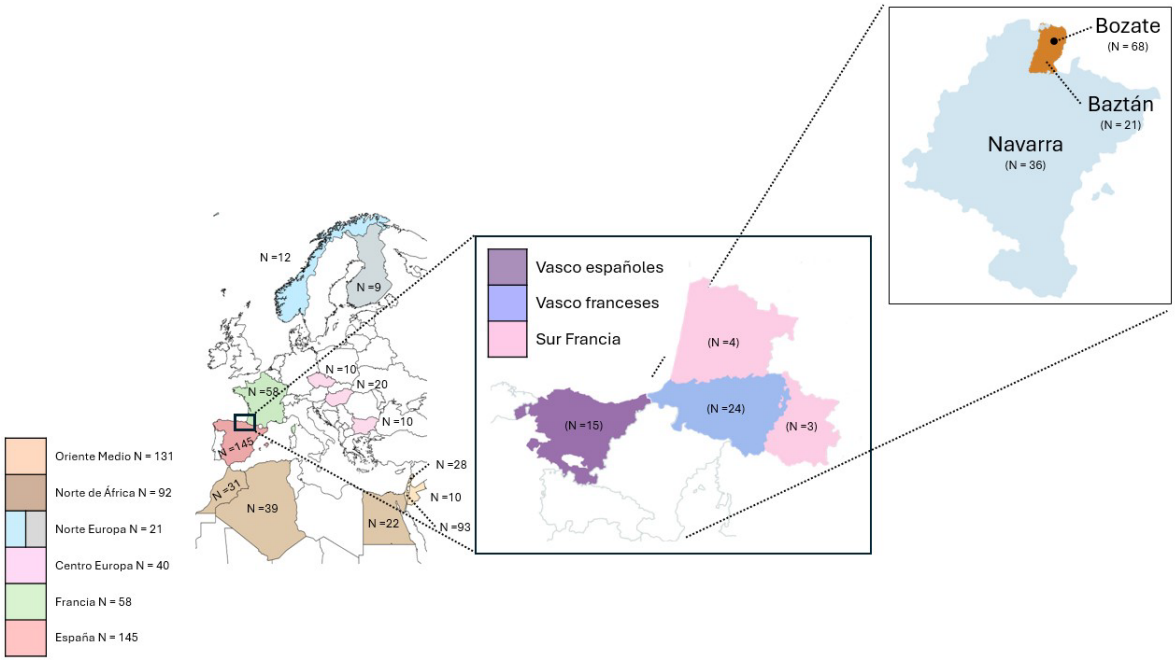


Figura 1. Localización de las muestras utilizadas en este estudio. Solo las muestras de Bozate, Baztan y Navarra son inéditas, las demás proceden de la base de datos Allen Ancient DNA Resource (Mallick et al., 2024).

Control de calidad de los datos

Para cada conjunto de datos se llevó a cabo el mismo control de calidad. Se seleccionaron solo SNPs autosómicos con VCFtools (0.1.16) [vcftools --chr 1-22] (Danecek et al., 2011), se eliminaron los SNPs invariantes con BCFtools 1.22-3-g15746941 [bcftools

view -c 1] (Danecek et al., 2021) y se filtraron SNPs e individuos con un 5% y 10% de ausencia de datos con PLINK v1.9 [--geno 0.05 --mind 0.1] (Purcell et al., 2007). Tras el control de calidad, el conjunto de datos de este estudio contenía 461,261 SNPs y estaba conformado por 125 individuos, mientras que el conjunto de datos de referencia conservaba 549,078 SNPs y contenía 526, ya que se eliminaron 7 individuos procedentes de Marruecos. Ambos conjuntos de datos se unieron con PLINK v1.9, dando lugar a una base de datos con 427,179 SNPs comunes, la cual volvió a pasar el mismo control de calidad, quedando, al final, una base de datos con 427,044 SNPs y 651 individuos.

Análisis de individuos emparentados

Las relaciones de parentesco dentro del conjunto de datos pueden alterar los análisis genómicos. Dado que la población agote ha sido marginada, y como consecuencia aislada durante siglos, esta circunstancia se tiene que ver reflejada en una elevada endogamia y, como consecuencia, en relaciones consanguíneas. De hecho, muchos donantes ya reflejaron en las encuestas su relación de parentesco con otros participantes del estudio. Por ese motivo, se decidió abordar el problema de la distorsión causada por individuos emparentados mediante la detección de "outliers" con smartPCA (Patterson, Price y Reich, 2006). Después se evaluaron las relaciones de parentesco entre los "outliers" con KING v2.3.2 (Manichaikul et al., 2010). Todas las muestras de individuos emparentados se eliminaron antes de ejecutar PCA, ADMIXTURE, ChromoPainter y fineSTRUCTURE, y se reintrodujeron posteriormente siguiendo métodos de proyección.

Estructura genética y ascendencia global

Se realizó un análisis de la estructura genética y de la ascendencia global a dos niveles: uno general, incluyendo a todas las poblaciones contempladas en el estudio y otro utilizando solo las poblaciones europeas. Se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales con smartPCA y un análisis de la ascendencia global con ADMIXTURE v1.3.035 (Alexander, Novembre y Lange, 2009) desde K = 2 a K = 10. La prueba de validación cruzada ("cross validation"), permitió identificar qué agrupación presentaba un menor error estadístico. Los resultados se graficaron con PONG v1.5.59 (Behr et al., 2016).

Obtención de haplotipos

Para realizar métodos basados en datos haplotípicos, los genotipos fueron convertidos a haplotipos (faseo o "phasing") con SHAPEIT v2.64 (O'Connell et al., 2014). Se utilizaron los haplotipos The 1000 Genomes Project Phase 3 como datos de referencia y el genoma de referencia HapMapII GRCh37 como mapa genético. Se eliminaron un total de 2,004 SNPs debido a la presencia de "mismatches" con respecto al panel de SNPs de referencia y errores mendelianos.

Estructura fina de la población basada en haplotipos

Los programas ChromoPainterv2 y fineSTRUCTURE (Lawson et al., 2012) son métodos basados en haplotipos que se aplicaron con el fin de determinar la posición filogenética de los agotes dentro del marco genético de las muestras europeas y con el objetivo de establecer sus relaciones a un nivel microgeográfico.

Inferencia demográfica

Se calcularon los segmentos idénticos por descendencia ("Identity-by-Descent" – IBD) con hap-IBD (Zhou, Browning y Browning, 2020) para todos los agotes (N = 68). Esta información se utilizó para inferir los patrones de tamaño efectivo poblacional (Ne) y la historia demográfica en las 100 últimas generaciones (AP) mediante IBDNe (Browning y Browning, 2015).

Resultados

Análisis de individuos emparentados

Tras el análisis, se detectaron 61 individuos emparentados en la población agote: 8 agotes y 53 agotes mestizos. Se eliminaron todos aquellos con un coeficiente ≥ 0.0442, que corresponde a un tercer grado de parentesco o superior, según la documentación del software KING. De los 61 individuos detectados, el 90% presentaron un coeficiente de parentesco superior a 0.2 (que corresponde a un primer grado de parentesco).

Estructura genética y ascendencia global

Con el fin de realizar una primera aproximación a la estructura genética y la ascendencia global de la población agote en el contexto de las poblaciones de referencia, se llevó a cabo un PCA y un análisis mediante ADMIXTURE a nivel general y a nivel europeo (Figura 2).

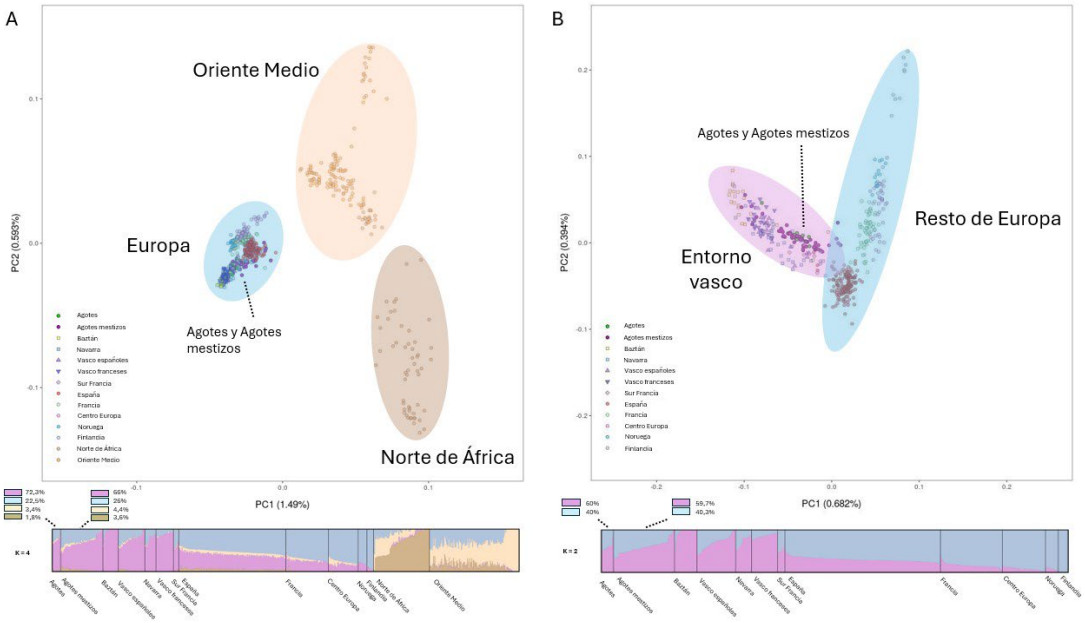


Figura 2. Estructura genética de las poblaciones mediante Análisis de Componentes Principales (PCA: PC1 *vs*. PC2) y ascendencia global inferida con ADMIXTURE (Alexander, Novembre y Lange, 2009) para A) todas las poblaciones incluidas en el estudio, y para B) poblaciones de procedencia europea. Se muestran los resultados de ascendencia global correspondientes al valor de K de menor error según "*cross-validation*" (K = 4 y K = 2 para A y B, respectivamente). Se incluyen los valores medios poblacionales de los porcentajes de ascendencia correspondientes a cada componente (K) para agotes y agotes mestizos.

A nivel general (Figura 2A), el PCA muestra la conformación de tres grupos a lo largo de los PC1 y PC2, que corresponden a poblaciones de procedencia europea, norteafricana y de Oriente Medio. Los individuos agotes y agotes mestizos tienen similitudes genéticas con las poblaciones europeas. En cuanto al análisis de ascendencia global con ADMIXTURE, poniendo el foco en K = 4 (valor de K con el menor error de validación cruzada), se detectan perfiles de mestizaje resultado de mezclas procedentes de Oriente Medio, norte de África, Europa y vasca. La proporción estimada del componente vasco (morado) es el mayoritario tanto en los agotes (en promedio: 72.3%) como en los agotes mestizos (66%). El componente europeo (azul) es el segundo predominante en estas poblaciones, mostrando una relación inversa con el componente vasco: agotes (22.5%) y agotes mestizos (26%). En cuanto al componente procedente de Oriente Medio (beige), se observan proporciones relativamente bajas en los agotes mestizos (4.4%) y en los agotes (3.4%). Finalmente, el componente norteafricano (marrón) constituye el minoritario en estas poblaciones: agotes mestizos (3.6%) y agotes (1.8%).

Dado que inequívocamente los agotes tienen una mayor proximidad genética a otras poblaciones europeas y se separan de los grupos norteafricano y de Oriente Medio, se llevó a cabo un mismo análisis incluyendo solo poblaciones de origen europeo. A este nivel (Figura 2B), el PCA muestra un grupo central que representa a individuos de procedencia española. Este diferencia a su vez dos agrupaciones a lo largo del PC1: el entorno vasco (Baztan, Navarra, vascos españoles y franceses y poblaciones del sur de Francia), donde se incluyen tanto los agotes como los agotes mestizos, y el resto de las poblaciones europeas, entre las que se incluye Francia, Centroeuropa, Noruega y Finlandia. Atendiendo a los resultados de ascendencia global, para K = 2 (valor de K con el menor error de validación cruzada) se diferencian dos componentes: uno representativo de la ascendencia vasca (morado) y otro

de la europea (azul). Al igual que en el análisis a nivel general, el componente vasco es el mayoritario tanto en agotes (60%) como en agotes mestizos (59.7%), mientras que el componente europeo presenta una relación inversa, suponiendo un mayor aporte para los agotes mestizos (40.3%) que para los agotes (40%), aunque con diferencias muy sutiles.

Estructura genética a escala fina basada en haplotipos

Debido a la mayor cercanía genética de los agotes con las poblaciones de ascendencia europea, se analizó la estructura genética a escala fina basada en haplotipos incluyendo únicamente poblaciones europeas. Primero, se agrupó a los individuos en grupos genéticamente homogéneos con ChromoPainterv2 y después se infirió un dendrograma con fineSTRUCTURE, cuya información se sintetiza en la Figura 3. Los individuos europeos se clasifican en dos grupos principales, uno correspondiente a grupos del entorno vasco (Pirineos1, Pirineos2, Vascos1, Vascos2 y Baztan), en el que se incluyen tanto los agotes (Agotes) como los agotes mestizos (Agotes mestizos1 y Agotes mestizos2), y otra que comprende el resto de los grupos europeos (España1, España2, Centro Europa, Noruega, Finlandia, Centro Francia y Norte Francia).

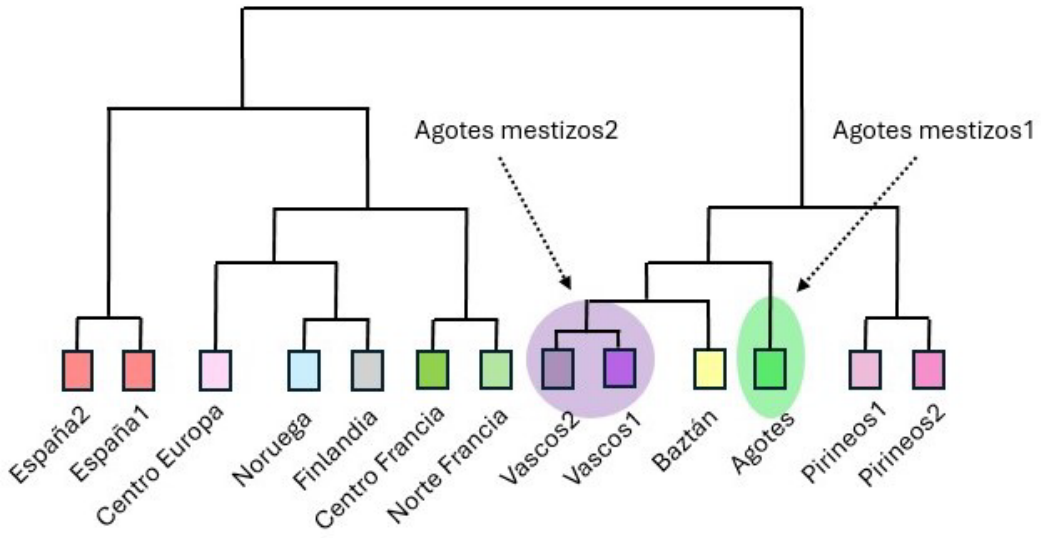


Figura 3. Estructura fina de la población basada en haplotipos. Se muestra el resumen del dendrograma obtenido con fineSTRUCTURE (Lawson et al., 2012) tras construir grupos genéticamente homogéneos con ChomoPainterv2 (Lawson et al., 2012) para las muestras procedentes de poblaciones europeas. Se observa que los agotes mestizos se agrupan en dos "*clusters*" diferentes: agotes, en el que se sitúan los agotes y agotes mestizos1, y vascos (vascos1 y vascos2), donde se ubican los agotes mestizos2.

Inferencia demográfica

En la inferencia de los patrones demográficos de la población agote, incluyendo a los agotes mestizos, a lo largo del tiempo (Figura 4), se aprecia la presencia de un cuello de botella, con un inicio de la reducción en el tamaño efectivo poblacional hace unas 48 generaciones, detectándose la mayor pendiente hace unas 43 generaciones y alcanzando el mínimo hace 32 generaciones.

Considerando 25 años por cada generación, el inicio del descenso demográfico se habría producido alrededor del año 800, la mayor caída, alrededor del año 945 y el mínimo demográfico hacia el año 1.224. Además, se detectó un tamaño efectivo de la población actual muy bajo, resultado que concuerda con la realidad demográfica actual del grupo. Este descenso se produce desde hace unas 18 generaciones, es decir, desde el año 1.570.

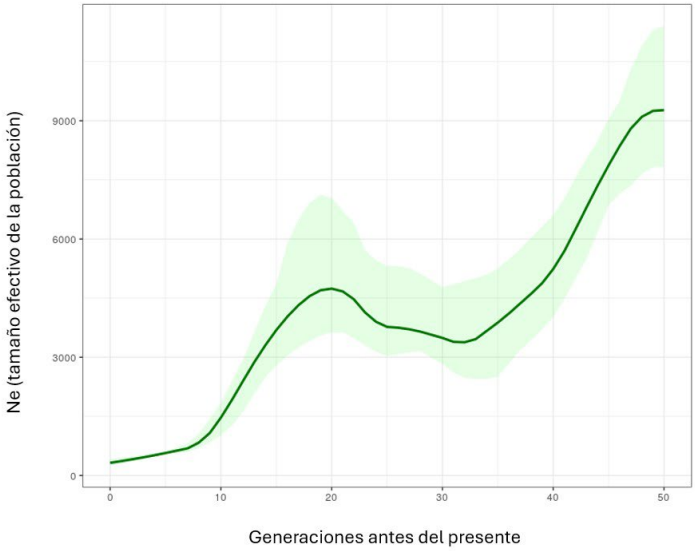


Figura 4. Inferencia demográfica para la población agote (incluyendo agotes mestizos) a partir de los segmentos IBD mediante IBDNe (Browning y Browning, 2015). El eje de las X muestra el tiempo en generaciones, mientras que el eje Y representa el tamaño efectivo de la población.

Discusión

El desconocimiento sobre el origen y las causas de la discriminación social hacia el pueblo agote no ha sido investigado desde una perspectiva genómica. Por ello, y con la intención de aportar información al misterioso origen de este colectivo, en este trabajo se utilizaron datos genotípicos procedentes de los pocos agotes auto-identificados como tales. Los resultados de la estructura genética (tanto a escala genotípica -PCA- como haplotípica -fineSTRCUTURE) y de ascendencia global (ADMIXTURE) permiten descartar de forma contundente algunas hipótesis que planteaban un origen geográficamente lejano de esta población. A nivel general (utilizando todas las muestras) en el PCA se puede observar que los agotes se sitúan dentro del contexto genético de las poblaciones europeas, alejándose de las agrupaciones que conforman los grupos procedentes del norte de África y Oriente Medio. De hecho, los resultados de ascendencia global indican que el componente ancestral mayoritario en los individuos agotes es el vasco, seguido del europeo, con pequeñas aportaciones del componente norteafricano y de Oriente Medio. Esto sugiere un cierto nivel de flujo génico desde las poblaciones norteafricanas y de Oriente Medio hacia la población agote, componente que también se detecta en los grupos de procedencia vasca. La interpretación más plausible es que se trata de sustrato genético basal procedente probablemente de un flujo génico entre vascos y poblaciones afines y poblaciones procedentes de otros lugares de España. Esta información permite eliminar todas aquellas hipótesis basadas en un origen remoto. Es decir, pueden obviarse las hipótesis conocidas como judía y sarracena ya que todas ellas suponen un origen genético que debería de manifestarse en forma de huellas genómicas en actual población agote.

Una vez descartadas las teorías que implicaban orígenes remotos, se focalizó la atención en el entorno europeo. A este nivel, el PCA muestra que los individuos agotes solapan con las poblaciones que conforman el entorno vasco (Baztan, Navarra, vascos españoles y franceses y poblaciones del sur de Francia). Además, el dendrograma basado en haplotipos agrupa a los agotes en el mismo conjunto de poblaciones anteriormente citadas, específicamente del entorno vasco. Ambos resultados confirmar una cercanía y sustrato común entre agotes y vascos.

Por otra parte, la lejanía genética de los agotes respecto al resto de poblaciones europeas (norte de Europa y Centroeuropa) indica una falta de similitud genética, lo que permite descartar las hipótesis basadas en un origen lejano dentro del contexto europeo, es

decir, las que presuponían un origen vikingo y las que apoyaban una ascendencia goda.

En general, los resultados ubican a los agotes dentro del panorama genético europeo, en concreto dentro del contexto de los ya genéticamente aislados vascos españoles y franceses (Flores-Bello et al., 2021), resaltando su estrecha relación genética con las poblaciones vecinas. En su conjunto, estas aportaciones destacan la afinidad genética de los agotes con la población vasca, sugiriendo un origen genético cercano.

Por otro lado, la historia demográfica de los agotes indica una caída del tamaño de la población hacia el año 945, que podría corresponderse con el origen de la marginación, lo que concuerda temporalmente con el inicio del uso de la palabra "agote" hacia el año 1.000 según algunas fuentes históricas (Michel, 1847). La reducción poblacional alcanza su mínimo hacia el año 1.224, en plena Edad Media. Por otro lado, el bajo tamaño efectivo de la población estimado mediante IBDNe encaja con los datos demográficos reales de la población del barrio de Bozate, que, según el censo de 2020, sería de unos 93 habitantes (INE, 2020).

Finalmente, el elevado parentesco observado en la población agote, con valores correspondientes a relaciones de primer grado de consaguinidad en el 90% de los individuos emparentados, se puede interpretar como una consecuencia de la marginación. Este comportamiento, llevado a cabo por las poblaciones del entorno, se refleja en un aislamiento social determinado por las barreras culturales destinadas a evitar matrimonios entre agotes e individuos no agotes.

Conclusiones

Las conclusiones que se pueden extraer de este estudio son las siguientes:

Los resultados obtenidos indican que el origen de la población agote es local, con una mayor similitud genética con las poblaciones geográficamente cercanas a Bozate (Baztan, Navarra, vasca y sur de Francia). Esos resultados permiten descartar las hipótesis que plantean un origen geográficamente lejano de esta población.

La inferencia demográfica apunta a un inicio de un cuello de botella sufrido hacia el año 945, lo que parece indicar un origen medieval de la marginación de los agotes.

La documentación histórica nos habla de una elevada marginación por parte de las poblaciones del entorno. Una de las consecuencias de este fenómeno se ve reflejada en el elevado grado de parentesco entre los individuos de esta población.

Referencias

Aguirre Delclaux M.C. (2006). Los agotes. El final de una maldición. Madrid: Sílex.

Alexander D.H., Novembre J., Lange K. (2009). Fast model-based estimation of ancestry in unrelated individuals. Genome Res 19(9): 1655-1664. doi: 10.1101/gr.094052.109

Antolini P. (1989). Los agotes. Historia de una exclusión. Madrid: Istmo.

Arburua Olaizola K. (2015). Agotes. Su verdadera historia. Pamplona: Relato histórico.

Behr A.A., Liu K.Z., Liu-Fang G., Nakka P., Ramachandran S. (2016). pong: fast analysis and visualization of latent clusters in population genetic data. Bioinformatics 32(18): 2817-2823. doi: 10.1093/bioinformatics/btw327

Browning S.R., Browning B.L. (2015). Accurate non-parametric estimation of recent effective population size from segments of identity by descent. Am J Hum Genet 97(3): 404-418. doi: 10.1016/j.ajhg.2015.07.012

Cordier E. (1866). Les cagots des Pyrénées. Pau: Petite Gazette.

Danecek P., Auton A., Abecasis G., Albers C.A., Banks E, DePristo M.A., et al. (2011). The variant call format and VCFtools. Bioinformatics 27(15): 2156-2158. doi: 10.1093/bioinformatics/btr330

Danecek P., Bonfield J.K., Liddle J., Marshall J., Ohan V., Pollard M.O., et al. (2021). Twelve years of SAMtools and BCFtools. Gigascience 10(2): giab008. doi: 10.1093/gigascience/giab008

Descazeaux R. (2002). Les cagots, histoire d'un secret. Portet-sur-Garonne: Princi Néguer.

Du Bosquets F. (1635). Ecclesiae Gallicanae. Paris: Apud Lonnmem Camusat.

Fabre M. (1987). Le mystère des cagots, race maudite des Pyrénées. Toulouse: MCT.

Ferragut J.F., Ramón C., Castro J.A., Amorim A., Álvarez L., Picornell A. (2020). Middle eastern genetic legacy in the paternal and maternal gene pools of Chuetas. Sci Rep 10(1): 21467. doi: 10.1038/s41598-020-78487-9

Flores-Bello A., Bauduer F., Salaberria J., Oyharçabal B., Calafell F., Bertranpetit J., Quintana-Murci L., Comas

D. (2021). Genetic origins, singularity, and heterogeneity of Basques. Curr Biol 31(10): 2167-2177.e4. doi: 10.1016/j.cub.2021.03.010

Florimond R. (1607). L'antichrist et l'antipapesse. Paris: chez Abel L'Angelier.

García-Egocheaga J. (2003). Minorías malditas: la historia desconocida de otros pueblos de España. Madrid: Susaeta Ediciones.

Gómez P., Gómez J., Corao A.I., De Canga J., Coto E. (2014). Effect of mitochondrial, APOE, ACE and NOS3 gene polymorphisms on cardiovascular risk factors among the Vaqueiros de Alzada, a Northern Spain human isolate. Ann Hum Biol 41(1): 94-97. doi: 10.3109/03014460.2013.822552

Hors P. (1951). Seroantropología e historia de los agotes. Vitoria: Fundación Sancho el Sabio.

Idoate F. (1948). Agotes en los Valles de Roncal y Baztan. Pamplona: Excma. Diputación Foral de Navarra, Institución Príncipe de Viana.

Idoate F. (1973). Documentos sobre agotes y grupos afines en Navarra. Pamplona: Excma. Diputación Foral de Navarra, Institución Príncipe de Viana.

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2020). Nomenclátor: Población del Padrón Continuo por Unidad Poblacional. Bozate, Baztan, Navarra. Población a 1 de enero de 2020. Disponible en: https://www.ine.es/nomen2/. Consultado el 21 de enero de 2026.

Lardizabal y Uribe M. (1730). Apología por los agotes de Navarra y los chuetas de Mallorca: con una breve digresión a los vaqueros de Asturias. Pamplona: Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía.

Larruga J.M., Díez F., Pinto F.M., Flores C., González A.M. (2001). Mitochondrial DNA characterisation of European isolates: The Maragatos from Spain. Eur J Hum Genet 9(9): 708-716. doi: 10.1038/sj.ejhg.5200691

Lawson D.J., Hellenthal G., Myers S., Falush D. (2012). Inference of Population Structure using Dense Haplotype Data. PLoS Genet 8(1): e1002453. doi: 10.1371/journal.pgen.1002453

Legarreta J., Santxotena X. (2018). El orgullo de ser agote. De la tradición a la proyección internacional. Donostia: Erein.

Lizarraga M. (2025). Agotes en Navarra: discriminación y costumbre contra legem. En: La historiografía jurídica ante el siglo XXI: IV Congreso de la Sociedad Española de Historia del Derecho: 139-171. Dykinson. Madrid.

Maca-Meyer N., Sánchez-Velasco P., Flores C., Larruga J.M., González A.M., Oterino A., Leyva-Cobián F. (2003). Y chromosome and mitochondrial DNA characterization of pasiegos, a human isolate from Cantabria (Spain). Ann Hum Genet 67(4): 329-339. doi: 10.1046/j.1469-1809.2003.00041.x

Mallick S., Micco A., Mah M., Ringbauer H., Lazaridis I., Olalde I., et al. (2024). The Allen Ancient DNA Resource (AADR) a curated compendium of ancient human genomes. Sci Data 11(1): 182. doi: 10.1038/s41597-023-02727-6

Manichaikul A., Mychaleckyj J.C., Rich S.S., Daly K., Sale M., Chen W.M. (2010). Robust relationship inference in genome-wide association studies. Bioinformatics 26(22): 2867-2873. doi: 10.1093/bioinformatics/btq559

Marca P. de (1640). Histoire de Bearn, contenant l'origine des rois de Navarre, des ducs de Gascogne, marquis de Gothie, princes de Bearn, comptes de Carcassonne, de Foix et de Bigorre. Paris: Chez la Veuve de Jean Camusat.

Michel F. (1847). Histoire des races maudites de la France et de l'Espagne. Paris: A. Franck, Librairie-Éditeur.

Moret y Mendi J. de (1695). Anales del reino de Navarra. Tomo II. Pamplona: Bernardo de Huarte.

O'Connell J., Gurdasani D., Delaneau O., Pirastu N., Ulivi S., Cocca M., et al. (2014). A general approach for haplotype phasing across the full spectrum of relatedness. PLoS Genet 10(4): e1004234. doi: 10.1371/journal.pgen.1004234

Patterson N., Price A.L., Reich D. (2006). Population structure and eigenanalysis. PLoS Genet 2(12): e190. doi: 10.1371/journal.pgen.0020190

Perochegui J. (1760). Origen de la nación bascongada y de su lengua. Pamplona: Herederos de Martínez.

Purcell S., Neale B., Todd-Brown K., Thomas L., Ferreira M.A.R., Bender D., et al. (2007). PLINK: A Tool Set for Whole-Genome Association and Population-Based Linkage Analyses. Am J Hum Genet 81(3): 559-575. doi: 10.1086/519795

Ricau O. (1999). Histoire des cagots. Portet-sur-Garonne: Princi Néguer.

Rochas V. de (1876). Les parias de France et d'Espagne (cagots et bohémiens). Paris: Librairie Hachette et Cie.

Roussel T. (1893). Cagots et lépreux. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris IV(4): 148-160.

Uranzu L. de (1955). Lo que el río vio: biografía del río Bidasoa. Irun: Valverde.

Vizcay M. de (1687). Derecho de naturaleza que los naturales de las Merindad de San Juan de Pie de Puerto tienen en los reinos de la Corona de Castilla. Pamplona: Juan de Lanaja y Quartanet.

Zhou Y., Browning S.R., Browning B.L. (2020). A fast and simple method for detecting identity-by-descent segments in large-scale data. Am J Hum Genet 106(4): 426-437. doi: 10.1016/j.ajhg.2020.02.010

Rev. Esp. Antrop. Fís. (2026)
Vol. 54: 49-59

Nutritional and biochemical status of pregnant women giving birth to low-birth-weight newborns in El Jadida Province, Morocco: a case-control study

Houda Elfane[1,2], Sanaa El-Jamal[1,2], Imane Barakat[1,3], Halima Daif[1], Firdaous Friki[1], Mohammed El Ayachi[1] and Rekia Belahsen[1]

[1]Laboratory of Anthropogenetic, Biotechnologies and Health, Faculty of Sciences - Chouaib Doukkali University - El Jadida - 24000 – Morocco
[2]Higher Institute of Professions Nurses and Health Techniques of Casablanca- Morocco
[3]Higher Institute of Professions Nurses and Health Techniques of Marrakesh- Morocco

Corresponding Author: rekiabelahsen@gmail.com or rbelahsen@yahoo.com

Palabras clave:

Bajo peso al nacer
Calidad de la dieta
NAR
MAR
Anemia
Embarazo
Marruecos

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la calidad de la dieta y el estado bioquímico de mujeres embarazadas que dieron a luz a recién nacidos con peso normal o bajo peso al nacer. **Sujetos y métodos**: Este estudio de casos y controles incluyó a 400 mujeres en el momento del parto, divididas en dos grupos: 200 controles que dieron a luz a recién nacidos con peso normal y 200 casos que dieron a luz a recién nacidos con bajo peso al nacer (BPN). La ingesta dietética y la calidad de la dieta se evaluaron utilizando el Nutrient Adequacy Ratio (NAR) y el Mean Adequacy Ratio (MAR). Los parámetros bioquímicos previos al parto se midieron y se compararon entre los dos grupos. La mayoría de los casos de bajo peso al nacer se asociaron con partos prematuros, mientras que todas las mujeres del grupo control dieron a luz a término. **Resultados**: La altura del fondo uterino fue significativamente menor en los casos que en los controles (25.69 vs. 31.83 cm; p<0.001). Los casos también presentaron valores significativamente más bajos (p<0.001) de NAR para micronutrientes clave tales como el calcio (0.34 vs. 0.58), los folatos (0.48 vs. 0.68), el hierro (0.50 vs. 0.64) y la vitamina B1 (0.53 vs. 0.87). La calidad global de la dieta, evaluada mediante el MAR, fue significativamente inferior en los casos respecto a los controles (0.70 vs. 0.85; p< 0.001). **Conclusión**: Las mujeres embarazadas que dieron a luz a recién nacidos con bajo peso tienen una menor calidad de la dieta y un estado micronutricional deteriorado, especialmente en relación con el hierro, el calcio y los folatos. La suplementación temprana y continua con hierro podría mejorar el estado nutricional materno y contribuir a mejores resultados del embarazo.

Recibido: 15-01-2026
Aceptado: 24-09-2026

Keywords:

Low birth weight
Dietary quality
NAR
MAR
Anaemia
Pregnancy
Morocco

ABSTRACT

Aims: To better understand the dietary quality and biochemical status of pregnant women delivering normal- or low-birth-weight newborns. **Subjects and Methods**: This case–control study included 400 women at delivery, divided into two groups: 200 controls with normal-weight newborns and 200 cases with low-birth-weight (LBW) newborns. Dietary intake and diet quality were assessed using the Nutrient Adequacy Ratio (NAR) and the Mean Adequacy Ratio (MAR). Pre-delivery biochemical and anthropometric parameters were measured and compared between the two groups. Most LBW cases were associated with preterm birth, whereas all controls delivered at term. **Results**: Fundal height was significantly lower in cases than in controls (25.69 vs. 31.83 cm; p<0.001). Cases also had significantly lower nutrient adequacy ratios (NARs) for calcium (0.34 vs. 0.58), folates (0.48 vs. 0.68), iron (0.50 vs. 0.64) and thiamine (0.53 vs. 0.87; all p<0.001). Overall dietary quality, assessed using the mean adequacy ratio (MAR), was significantly lower in cases than in controls (0.70 vs. 0.85 p<0.001). **Conclusion**: Pregnant women delivering LBW newborns have poorer dietary quality and impaired micronutrient status, particularly for iron, calcium, folates and thiamine. Early and continuous iron supplementation may improve maternal nutritional status and contribute to better pregnancy outcomes.

ISSN: 2253-9921
© 2026 Sociedad Española de Antropología Física

Introduction

Low birth weight (LBW) is defined by the World Health Organization (WHO) as a birth weight below 2500 g, regardless of gestational age (WHO, 2019). It represents a major public health problem associated with increased neonatal mortality and morbidity, including impaired cognitive and physical development, learning difficulties, sensory deficits, and a higher risk of chronic diseases in adulthood (Gette et al., 2025). In addition**,** the importance of adequate nutrition from conception to two years of age has been widely recognized as a critical window for growth and development, commonly referred to as the "first 1,000 days" (WHO, 2013). Nutritional deficiencies during pregnancy and early life may have long-term consequences on health, growth, and human capital.

LBW mainly results from two biological mechanisms: prematurity and intrauterine growth restriction (IUGR). A clear understanding of the determinants of these mechanisms is essential for developing effective prevention strategies. Reducing the prevalence of LBW by 30% between 2012 and 2025 is one of the six global nutrition targets endorsed by the World Health Assembly (WHO, 2014). However, achieving this objective remains challenging, particularly in low- and middle-income countries. In Morocco, the prevalence of LBW remains relatively high, reaching 17.3% (Blencowe et al., 2019) , highlighting the need to better understand its underlying determinants, particularly maternal nutrition and socioeconomic factors.

Maternal diet during pregnancy plays a key role in foetal growth and pregnancy outcomes (Xue et al., 2024). Micronutrient deficiencies, particularly in iron, folates, zinc, calcium, and magnesium, have been associated with adverse outcomes, including LBW (Darmaun, 2020). Diet quality indices, such as the Nutrient Adequacy Ratio (NAR) and the Mean Adequacy Ratio (MAR), are widely used to assess nutrient adequacy in relation to recommended dietary intakes (El–Jamal et al., 2022). These indices provide a global and quantitative evaluation of diet quality and have been shown to be reliable indicators of maternal nutritional status (Sow et al., 2018). In Morocco, national strategies such as the National Nutrition Program have emphasized improving maternal nutrition and reducing micronutrient deficiencies (Ministry of Health, 2021). However, data linking dietary quality, biochemical status, and LBW remain limited (WHO, 2020).

The present study aims to compare the dietary quality and biochemical status of pregnant women delivering LBW newborns with those delivering normal-weight newborns in the province of El Jadida. Specifically, the study evaluates NAR and MAR indices, assesses selected biochemical parameters (haemoglobin, ferritin, C-reactive protein 'CRP', zinc, and magnesium), and examines their associations with maternal and nutritional characteristics.

Material and methods

Sampling

The study was conducted at the maternity ward of El Jadida Provincial Hospital in the Casablanca-Settat region over a period from March 10, 2018 to December 31, 2019. This hospital represents a second-level public health structure serving both urban and rural populations. This analytical case-control study included 400 pregnant women recruited at the time of delivery. The sample size of 400 women (200 cases and 200 controls) with a 1:1 ratio was chosen to ensure a balanced comparison between groups and to provide sufficient statistical power to detect meaningful differences. Participants were divided into two groups: cases and controls:

- A control group including 200 women who delivered normal-weight newborns (2500–4000 g) (WHO, 2014).
- A case group including 200 women who delivered low-birth-weight (LBW) newborns (<2500 g) (WHO, 2014).

Participants were recruited consecutively among eligible women admitted for delivery during the study period, corresponding to a non-probability convenience sampling approach. Included in this study were all postpartum women who delivered live singleton newborns. Stillbirths, intrauterine foetal deaths, and multiple pregnancies were excluded. Dietary intake data were calculated using the BILNUT software (version 2.01, Nutrisoft, France).

Information collection

Sociodemographic and gestational data

Data were collected using a structured questionnaire, allowing the collection of information on sociodemographic characteristics and gestational factors.

Nutritional assessment

Dietary intake was evaluated using a semi-quantitative food frequency questionnaire administered to the participants to capture habitual food consumption patterns. The frequency of food intake was reported on a daily, weekly, or monthly basis, and portion sizes were estimated using standard household measures. Daily nutrient intake was calculated by multiplying the frequency of consumption of each food item by its corresponding nutrient composition (Michels & Willett, 2009).

Daily nutrient intake was calculated by combining consumption frequency and portion size with food composition data obtained from the Bilnut 2.01 SCDA Nutrisoft software, France. Total intake was further assessed using the 24-hour dietary recall method, conducted one day before childbirth to reflect recent intake while minimizing recall bias and potential dietary modifications due to labour-related symptoms such as nausea and vomiting. Nutrient values were verified and aligned with updated international food composition databases (FAO/CIQUAL) (Vincent et al., 2020) to improve accuracy and relevance.

Diet quality indices (NAR/MAR)

Diet quality was assessed using the Nutrient Adequacy Ratio (NAR) and the Mean Adequacy Ratio (MAR). The NAR was calculated for each nutrient (i) as the ratio of individual intake to the corresponding recommended nutrient intake (RNI) for pregnant women:

$$\text{NAR (i)} = \frac{\text{Intake of nutrient (i)}}{\text{Recommended intake of nutrient (i)}}$$

When NAR values exceeded 1.0, they were truncated to 1.0 to avoid overestimation, according to standard methodology (Waijers, Feskens & Ocke, 2007).

The Mean Adequacy Ratio (MAR) is an overall index used to assess the adequacy of dietary intake in relation to recommended nutritional requirements. It reflects the combined adequacy of multiple nutrients simultaneously. For each nutrient, the Nutrient Adequacy Ratio (NAR) is truncated at 1.0 when intake exceeds the recommended nutrient intake (RNI), in order to avoid overestimation, as described by (Hatløy, Torheim & Oshaug, 1998). The MAR is then calculated as the mean of these truncated NAR values.

$$\text{MAR} = \frac{\Sigma\ \text{NAR(i)}}{\text{Number of nutrients (n)}}$$

Biochemical measurements

Venous blood samples were collected before delivery using EDTA anticoagulant tubes and dry tubes. Haemoglobin was measured using a Sysmex XT-4000i analyser by the cyanmethemoglobin method, a reference method recommended by international standards (Yuan & Zhuang, 2024). Serum magnesium was determined using the xylidyl blue method on a DIRUI CS-1200 analyser (Barbour & Davidson, 1988). CRP was measured using immunoturbidimetry/nephelometry methods (De & Gogate, 1996). Serum ferritin was determined by spectrophotometry, and serum zinc was measured using the colorimetric Bromo-PAPS method (Makino, 1991). The determination of serum ferritin was carried out by turbidimetry; the concentration of ferritin (SF) is determined by spectrophotometry at the wavelength of 540 nm (Zwart et al., 1996). The dosage of zinc is made by the colorimetric method of Makino (1991) based on the interaction of zinc with BROMO-PAPS in an alkaline medium and the resulting coloured complex is measured spectrophotometrically at a wavelength of 560 nm (Makino, 1991).

Anthropometric measurements

Maternal weight and height were measured at admission before delivery using standardized procedures. Body mass index (BMI) was calculated as weight (kg) divided by height squared (m^2). Given the known limitations of BMI interpretation during pregnancy, BMI was used for descriptive purposes only and interpreted with caution (WHO, 2018).

Ethical considerations

The study received approval from the Moroccan Ministry of Health ethics committee on March 8, 2018 (approval number 1934). All participants provided free and informed consent after receiving detailed information about the study objectives and procedures. Participation was voluntary, and women were free to withdraw at any time.

Statistical analysis

Data were entered and checked for completeness and consistency using Microsoft Excel. Statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics for Windows, version 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Categorical variables were summarized as frequencies and percentages and compared using Pearson's chi-square test; Fisher's exact test was used when expected cell counts were small. Continuous variables are presented as mean ± standard error (SE). Comparisons between cases and controls were performed using the independent-samples t-test, with Welch's correction when the assumption of equal variances was not met. One-way analysis of variance (ANOVA) was used for comparisons involving more than two groups. When the overall ANOVA indicated a statistically significant difference among groups, post-hoc pairwise comparisons were performed to identify the groups responsible for the observed difference. Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test was used when the assumption of homogeneity of variances was satisfied, whereas the Games–Howell test was applied when this assumption was violated. In Table 6, different superscript letters indicate statistically significant pairwise differences between groups, whereas groups sharing at least one common superscript letter are not significantly different. Linear associations between continuous variables were assessed using Pearson's correlation coefficient. All statistical tests were two-sided, and a p-value <0.05 was considered statistically significant.

Results

The socio-demographic and anthropometric characteristics of the study population are presented in Table 1. The mean age of women was similar between controls and cases (25.78 ± 0.40 years vs. 26.13 ± 0.43 years; p=0.315). Maternal weight did not differ significantly between groups (73.91 ± 0.55 kg vs 67.41 ± 0.53 kg; p=0.328), whereas maternal height was significantly lower in cases than in controls (1.600 ± 0.002 m vs. 1.630 ± 0.003 m; p <0.001). Significant differences were also observed in BMI distribution (p <0.001), with a higher proportion of normal BMI among cases and a lower prevalence of obesity compared to controls. Mean fundal height was significantly lower in cases than in controls (25.69 ± 0.13 vs. 31.83 ± 0.06 cm; p <0.001). Mean fundal height was significantly lower in cases than in controls (25.69 ± 0.13 vs. 31.83 ± 0.06 cm; p <0.001). Most LBW cases were associated with preterm birth, whereas all controls delivered at term.

Socioeconomic characteristics indicated greater vulnerability among cases, with a higher proportion of rural residence (84% vs. 77.5%), lower educational attainment, larger household size (5.53 ± 0.18 vs. 4.40 ± 0.15 persons per household; p=0.004), and a higher proportion of low-income households (77.5% vs. 54%; p <0.001). Primiparity was more frequent among cases than controls (56.5% vs. 45.5%; p=0.036).

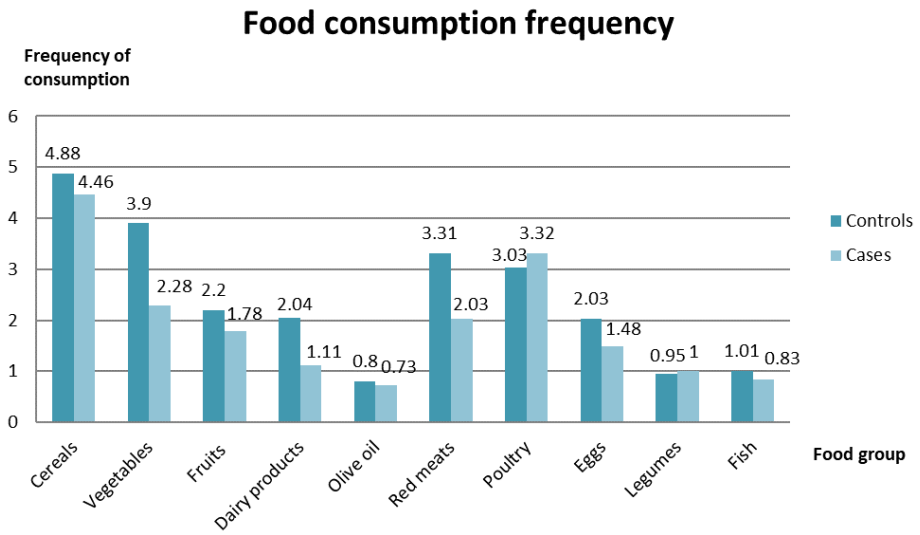


Figure 1. Mean consumption frequency of food groups in controls and cases.

Table 1. Socio-demographic and obstetrical characteristics of the study population.

Socio-demographic characteristics n(%)	Controls (n=200)	Cases (n=200)	p-value
Age of women (years)*	25.78±0.40	26.13±0.43	0.315
Age range			
<18 years old	11(5.5)	20(10)	
18-35 years old	170(85)	148(74)	**0.024**
≥35 years old	19(9.5)	32(16)	
Residence			
Urban	45(22.5)	32(16)	0.128
Rural	155(77.5)	168(84)	
Level of studies			
No formal education	99(49.5)	122(61)	
Primary education	56(28)	47(23.5)	**0.029**
Secondary education	33(16.5)	28(14)	
Tertiary education	12(6)	3(1.5)	
Mean (mean ± SE) family size*	4.40±0.15	5.53±0.18	**0.004**
Household size (number of members)			
<6	148(74)	100(50)	
6 – 9	36(18)	72(36)	**< 0.001**
>9	16(8)	28(14)	
Monthly income level (Moroccan Dirham, MAD)			
Low (<3000 DH)	108(54)	155(77.5)	
Medium (3000 – 5000 DH)	74(37)	36(18)	**<0.001**
High (≥5000 DH)	18(9)	9(4.5)	
Women's FH (mean ± ES) (cm)*	31.83±0.06	25.69±0.13	**<0.001**
Women's parity			
Primiparous	91(45.5)	113(56.5)	**0.036**
Multipara	113(54.5)	87(43.5)	
Anthropometric characteristics*			
Weight (mean ± ES) of women (kg)	73.91±0.55	67.41±0.53	0.328
Height (mean ± ES) of women (m)	1.63±0.003	1.60±0.002	**<0.001**
BMI classes			
Normal weight	32(16)	75(37.5)	
Overweight	110(55)	100(50)	**< 0.001**
Obesity	58(29)	25(12.5)	

n(%): Number/percentage; SE: Standard error; BMI: Body Mass Index; DH: Dirhams; FH: Fundal Height Index; Chi2 test; student test for independent samples. *: asterisk denotes data expressed as mean ± SE.

As illustrated in Figure 1, the frequency of consumption of most food groups was higher among controls than among cases, particularly for vegetables, fruits, dairy products, and red meats. Cereals were the most frequently consumed food group in both groups. In contrast, poultry consumption was slightly higher among cases, while legumes and fish were consumed less frequently in both groups. Overall, these findings

suggest a less diverse and less frequent consumption of nutrient-rich foods among women who delivered LBW newborns.

As shown in Table 2, the daily consumption of most food categories was higher among controls than among cases. The analysis of the different types of food consumed per day in the controls and the cases shows a high respective consumption of cereals (548.66 vs. 494.08 g/day), dairy products (132.20 vs. 76.48 g/day), fruits (219.68 vs. 143.46 g/day) and vegetables (366.96 vs. 272.78 g/day). Statistically significant between-group differences were observed for eggs, fish, and oleaginous products, with higher consumption among controls than among cases: eggs (32.81 ± 1.49 vs. 24.02 ± 1.21 g/day; p <0.001), fish (50.07 ± 1.86 vs. 32.25 ± 1.27 g/day; p <0.001), and oleaginous products (49.96 ± 1.08 vs. 46.40 ± 1.17 g/day; p=0.027). Legume consumption did not differ significantly between controls and cases (29.40 ± 1.37 vs. 28.71 ± 0.84 g/day; p =0.666).

Table 2. Overall food and tea consumption by category among cases and controls.

Categories of food consumed (g/day)	Total population (n=400)	Controls (n=200)	Cases (n=200)	p-value
Cereals	521.37 ± 5.44	548.66 ± 8.76	494.08 ± 5.89	**<0.001**
Vegetables	319.87 ± 4.74	366.96 ± 6.80	272.78 ± 4.65	**0.002**
Fruits	181.57 ± 4.13	219.68 ± 5.87	143.46 ± 4.40	**0.028**
Dairy products	104.34 ± 2.87	132.20 ± 3.93	76.48 ± 3.14	0.097
Oil seed products	48.17 ± 0.80	49.95 ± 1.08	46.40 ± 1.17	**0.026**
Red meats	41.64 ± 1.01	48.68 ± 1.40	34.60 ± 1.28	0.077
Fish	41.15 ± 1.20	50.06 ± 1.85	32.25 ± 1.27	**0.004**
Poultry	35.63 ± 0.81	35.41 ± 1.22	35.86 ± 1.07	0.818
Legumes	29.05 ± 0.80	29.40 ± 1.36	28.71 ± 0.83	**0.001**
Eggs	28.50 ± 0.98	32.80 ± 1.48	24.02 ± 1.21	**< 0.001**
Tea (glasses/day)	2.54 ± 0.05	2.02 ± 0.05	3.06 ± 0.06	0.862

Student test for independent sample; p<0.05.

Table 3. Comparison of Mean MAR and NAR values among cases, controls, and the general population.

Energy and nutrients	Controls (n=200) (Mean ±SE)	Cases (n=200) (Mean ±SE)	General population (n=400) (Mean ±SE)	p-value
MAR	0.84±0.004	0.70±0.004	0.77±0.004	**0.041**
NAR Energy	1.04±0.02	0.95±0.01	0.99±0.01	**<0.001**
NAR Proteins	1.50±0.07	1.30±0.05	1.4±0.06	**0.001**
NAR Carbohydrates	1.93±0.04	1.82±0.03	1.87±0.03	0.05
NAR vit. B1	1.01±0.02	0.53±0.01	0.77±0.01	**<0.001**
NAR vit. C	1.30±0.04	0.63±0.02	0.96±0.03	**<0.001**
NAR vit. E	1.30±0.01	0.93±0.01	1.11±0.01	**<0.001**
NAR Phosphorus	2.42±0.04	1.55±0.05	1.98±0.04	**0.011**
NAR Calcium	0.60±0.02	0.34±0.01	0.47±0.01	**<0.001**
NAR Iron	0.66±0.01	0.50±0.01	0.58±0.01	**<0.001**
NAR Folate	0.68±0.011	0.48±0.009	0.58±0.01	0.103
NAR Magnesium	1.31±0.02	0.93±0.02	1.12±0.02	**0.001**
NAR Zinc	0.81±0.01	0.77±0.01	0.79±0.01	0.09

n: Number; SE: Standard error; vit.: Vitamin; Student test for independent sample; p<0.05.

Diet quality indices (Table 3) showed that the Mean Adequacy Ratio (MAR) was significantly higher in controls than in cases (0.840 ± 0.004 vs. 0.700 ± 0.004; p=0.041), indicating better overall dietary adequacy. In both groups, the lowest Nutrient Adequacy Ratio (NAR) values were observed for calcium, iron, and folates, with consistently lower values in cases.

Biochemical parameters (Table 4) revealed significantly lower haemoglobin and ferritin levels in cases compared to controls (p <0.05), along with higher CRP levels (p <0.001). No significant difference was observed in magnesium levels (p=0.286).

Table 4. Comparison of biochemical analyses of cases and controls.

Biochemical analyses	Controls (n=200) (Mean ± SE)	Cases (n=200) (Mean ± SE)	p-value
Haemoglobin (g/dL)	11.49±0.09	9.85±0.07	**0.015**
Ferritin (µg/L)	23.14±0.51	11.19±0.33	< **0.001**
CRP (mg/L)	3.71±0.66	10.08±0.98	< **0.001**
Magnesium (mg/dL)	19.79±0.18	19.17±0.18	0.286
Zinc (µmol/L)	12.04±0.10	11.48±0.08	< **0.001**

n: Number; SE: Standard Error; student test for independent samples; p<0.05

Table 5. Correlation of biochemical measurements with maternal characteristics, food groups, and MAR/NAR values in cases (n=200) and controls (n=200).

Biochemical measurements	Hb (g/dL)		SF (µg/L)		Zn (µmol/L)		Mg (mg/dL)	
	Controls	Cases	Controls	Cases	Controls	Cases	Controls	Cases
Characteristics of mothers								
Gestational age	**0.222****	**0.222****	-0.022	**0.070***	0.019	-0.016	-0.013	-0.003
Female weight	-0.109	0.032	0.006	**0.191***	-0.012	-0.015	0.083	0.082
BMI	-0.046	0.049	0.017	**0.183****	0.03	-0.049	0.05	0.085
Categories of food consumed (g/day) and tea (glasses/day)								
Cereals	-0.055	0.042	**0.185***	0.05	-0.019	0.044	-0.038	**0.214****
Red meats	-0.015	-0.022	0.039	-0.013	**0.226****	**0.218****	**0.199****	0.013
Eggs	-0.064	-0.005	**-0.148***	-0.051	**0.248****	**0.172***	0.063	0.056
Fish	-0.021	-0.054	0.043	-0.028	0.03	0.038	**0.215****	0.097
Fruits	0.016	-0.133	0.05	-0.087	0.072	-0.122	**0.145***	**0.140***
Tea	-0.003	**-0.153***	-0.057	**-0.152***	-0.051	-0.003	-0.048	-0.066
Energy and nutrient supply								
MAR	**0.183****	0.041	**0.267****	-0.103	0.007	**0.145***	0.128	0.06
NAR Energy	0.027	0.01	0	-0.008	-0.048	0.033	-0.137	**0.145***
NAR Vit. B1	0.051	0.119	0.113	-0.076	-0.105	0.057	**0.170***	-0.001
NAR Phosphorus	0.046	0.001	-0.029	0.074	0.039	0.068	-0.008	**-0.165***
NAR Iron	**0.147***	0.032	**0.394****	0.024	0.101	0.136	0.05	-0.044
NAR Magnesium	-0.046	-0.021	**-0.145***	0.055	0.008	0.021	0.061	-0.073
NAR Zinc	**0.338****	-0.044	**0.291****	**-0.159***	0.13	0.105	0.075	**0.150***
NAR vit. C	0.039	0.061	**0.179***	-0.121	-0.1	0.043	0.059	0.035

Hb: Haemoglobin; SF: Serum ferritin; Zn: Zinc; Mg: Magnesium; BMI: Body Mass Index; vit.: Vitamin; Pearson correlation; *p<0.05; ** p<0.01.

Several statistically significant correlations were identified in Table 5 between biochemical parameters, maternal characteristics, and dietary variables. In controls, serum ferritin was positively correlated with cereal intake (r = 0.185; p <0.05) and negatively correlated with egg consumption (r = -0.148; p <0.05). Magnesium levels were positively correlated with red meat (r=0.199), fish (r=0.215), and fruit consumption (r=0.145). In cases, tea consumption was negatively correlated with haemoglobin (r=-0.153) and ferritin levels (r=-0.152). Zinc levels were positively associated with red meat and egg consumption in both groups.

As shown in Table 6, among cases, haemoglobin concentrations differed significantly according to the stage of iron supplementation initiation (ANOVA, p <0.001), with higher mean haemoglobin levels observed in women who initiated supplementation in the first trimester (10.60 ± 0.21 g/dL) than in those who initiated supplementation in the third trimester (9.12 ± 0.12 g/dL). Regarding supplementation pattern, mean haemoglobin and ferritin concentrations were numerically higher in women receiving continuous iron supplementation than in those receiving intermittent supplementation; however, these differences were not statistically significant (p=0.93 and p=0.08, respectively).

Table 6. Haemoglobin and ferritin levels according to supplementation stage and pattern among controls and cases.

Administration of supplementation	Controls (n=200)					Cases (n=200)				
	n	Hb (g/dL) (mean±SE)	P-value	SF (µg/L) (mean±SE)	p-value	n	Hb (g/dL) (mean±SE)	p-value	SF (µg/L) (mean±SE)	p-value
Supplementation stage										
No supplementation	97	11.40±0.14^{a}	**< 0.001**	22.94±1.26^{ab}	**0.011**	102	9.85±0.11^{a}	**< 0.001**	10.52±0.42^{b}	**0.001**
1st trimester	38	11.92±0.18^{a}		27.61±1.84^{a}		34	10.60±0.21^{a}		14.19±0.94^{a}	
2nd trimester	45	11.74±0.13^{a}		23.04±1.43^{ab}		25	9.98±0.12^{a}		11.12±0.72^{ab}	
3rd trimester	20	10.52±0.34^{b}		16.85±2.80^{b}		39	9.12±0.12^{b}		10.40±0.77^{b}	
Nature of supplementation										
Keep on going	61	11.73±0.15	0.498	26.07±1.36	0.154	27	10±0.20	0.93	14.19±0.94	**0.08**
Intermittent	42	11.34±0.19		19.82±1.80		71	9.80±0.13		11.12±0.72	

n: Number; SE: Standard Error; Hb: Haemoglobin; SF: Ferritin; One-way ANOVA followed by Tukey's HSD post-hoc test was used for comparisons across iron supplementation stages. The independent-samples Student's t-test was used for comparisons according to supplementation pattern. Different superscript letters indicate statistically significant differences between groups, whereas groups sharing at least one common superscript letter are not significantly different. A p-value <0.05 was considered statistically significant.

Discussion

This study highlights the multifactorial nature of low birth weight (LBW), involving the combined effects of maternal nutritional inadequacy, haematological status, and socioeconomic vulnerability. The socioeconomic disparities observed between cases and controls are consistent with recent studies showing that low maternal education, limited income, and poor living conditions are major determinants of adverse pregnancy outcomes, including LBW (Thomson et al., 2021; Simoncic et al., 2022). These factors may reduce access to adequate nutrition and prenatal care, thereby increasing the risk of foetal growth restriction (Aga & Woldeamanuel, 2025).

Maternal anthropometric indicators, particularly BMI, did not provide meaningful discrimination between groups. This finding aligns with previous studies suggesting that BMI during pregnancy has limited interpretability due to physiological changes such as gestational weight gain and fluid retention (Deputy et al., 2015; WHO, 2018).

Dietary assessment showed that pregnant women who delivered LBW newborns had poorer dietary adequacy, particularly for key micronutrients such as iron, calcium, and folates. Similar findings have been reported in a Cochrane systematic review

including pregnant women from low- and middle-income countries, which highlighted the importance of adequate micronutrient intake during pregnancy (Keats et al., 2019). The significantly lower MAR observed in cases reflects insufficient overall diet quality, which is consistent with previous research indicating that inadequate maternal nutrition is strongly associated with impaired foetal growth and LBW (Karimi et al., 2022; Islam et al., 2023).

One of the most important findings of this study is the higher prevalence of anaemia among cases. Similarly, Belete et al. (2025), in a systematic review and meta-analysis including 21 studies and 51,923 pregnant women from seven sub-Saharan African countries, reported that maternal anaemia was significantly associated with an increased risk of low birth weight, with anaemic women being more than three times as likely to deliver LBW newborns compared with non-anaemic women (OR = 3.37; 95% CI: 2.66-4.27). These findings further support the hypothesis that maternal anaemia is an important determinant of adverse birth outcomes and may represent a key biological pathway linking poor maternal nutritional status to low birth weight.

Tea consumption, although weakly correlated with haemoglobin and ferritin levels, remains biologically plausible. Polyphenols contained in tea are known to inhibit non-haem iron absorption, which may contribute to iron deficiency in populations with already low dietary iron intake (Piskin et al., 2022). However, given the low magnitude of the correlations observed in this study, these findings should be interpreted cautiously (Akoglu, 2018). Early initiation and regular iron supplementation were associated with improved haematological parameters. This finding is consistent with recent studies highlighting the importance of early supplementation in reducing anaemia and improving pregnancy outcomes (Díaz-Torres, Díaz-López & Arija, 2024). These results emphasize that both timing and adherence are critical components of effective maternal health interventions.

In contrast, the role of other micronutrients such as zinc and magnesium remains less clear in this study. Although deficiencies were observed, no significant association with LBW was identified. Similar inconsistencies have been reported in the literature, suggesting that the independent contribution of these micronutrients may be limited or influenced by confounding factors (Oh, Keats & Bhutta, 2020; Ren et al., 2023).

Overall, these findings confirm that LBW is driven by a complex interaction of nutritional, biological, and socioeconomic determinants. This highlights the need for integrated strategies combining nutritional interventions, early supplementation of iron, and improved socioeconomic conditions (Victora et al., 2021).

Limitations of the Study

This study has several limitations. First, its case-control design does not allow causal inference. Second, dietary intake was assessed using self-reported methods, which may be subject to recall bias. Moreover, data collection during late pregnancy, a period often accompanied by anxiety and fatigue, may have affected the accuracy of participants' dietary reporting. Third, the study population was hospital-based, which may limit the generalizability of the findings. In addition, the observed socioeconomic differences between groups may introduce residual confounding. Finally, most observed correlations were weak, limiting the strength of the associations.

Strengths of the Study

Despite these limitations, the study has several strengths, including a relatively large sample size, the use of both dietary and biochemical assessments, and the focus on a relevant public health issue in Morocco. The case-control design also enabled an efficient comparison of maternal characteristics and dietary exposures between women who delivered LBW newborns and controls. The relatively large sample size may have provided sufficient statistical power to detect significant between-group differences; however, population representativeness depends primarily on the sampling and recruitment procedures rather than on sample size alone.

Conclusion

This study demonstrates that low birth weight (LBW) is significantly associated with poor maternal dietary adequacy, impaired iron-related biomarkers, and unfavourable socioeconomic conditions. Women who delivered LBW newborns exhibited lower diet

quality, particularly for key micronutrients such as iron, calcium, and folates, along with a higher prevalence of anaemia. Although pregnant women receiving early and regular iron supplementation tended to show higher haemoglobin and ferritin levels, these differences were not statistically significant. Therefore, the potential benefits of iron supplementation on haematological status should be interpreted with caution and warrant further investigation.

These results emphasize the need for integrated maternal health strategies, including early nutritional screening, improved dietary counselling, and targeted interventions for vulnerable populations. Strengthening prenatal care with a focus on nutrition and anaemia prevention may contribute to reducing the burden of LBW in similar settings.

Perspectives of the Study

Future studies should include a more socioeconomically diverse population, particularly pregnant women with higher educational and income levels, and should recruit participants from both public and private healthcare facilities. Such an approach would improve the representativeness of the study population and allow a more comprehensive assessment of the independent determinants of low birth weight. In addition, multivariate analyses, longitudinal prospective cohort studies, and intervention studies are needed to clarify causal relationships and evaluate the impact of maternal diet quality and nutritional interventions on birth outcomes.

References

Aga M.A., Woldeamanuel B.T. (2025). Nutritional and prenatal care factors associated with low birth weight among full-term infants in public hospitals of addis Ababa, Ethiopia. BMJ Paediatr Open 9(1): e003732. https://doi.org/10.1136/bmjpo-2025-003732

Akoglu H. (2018). User's guide to correlation coefficients. Turk J Emerg Med 18(3): 91-93. https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001

Barbour H.M., Davidson W. (1988). Studies on measurement of plasma magnesium: application of the Magon dye method to the" Monarch" centrifugal analyzer. Clin Chem 34(10): 2103-2105. https://doi.org/10.1093/clinchem/34.10.2103

Belete N.K., Belete A.G., Assefa D.T., Sorrie M.B., Teshale M.Y. (2025). Effects of maternal anemia on low-birth-weight in Sub-Sahara African countries: Systematic review and meta-analysis. PLoS One 20(6): e0325450. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0325450

Blencowe H., Krasevec J., De Onis M., Black R.E., An X., Stevens G.A., et al. (2019). National, regional, and worldwide estimates of low birthweight in 2015, with trends from 2000: a systematic analysis. Lancet Glob Heal 7(7): e849-e860. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30565-5

Darmaun D. (2020). La nutrition des mille premiers jours: quels enjeux? Nutr Clin Metab 34(3): 183-193. https://doi.org/10.1016/j.nupar.2020.04.004

De A., Gogate A. (1996). C. Reactive Protein. Indian Pract 49(2): 119-124.

Deputy N.P., Sharma A.J., Kim S.Y., Hinkle S.N. (2015). Prevalence and characteristics associated with gestational weight gain adequacy. Obstet Gynecol 125(4): 773-781. https://doi.org/10.1097/aog.0000000000000739

Díaz-Torres S., Díaz-López A., Arija V. (2024). Effect of prenatal iron supplementation adapted to hemoglobin levels in early pregnancy on fetal and neonatal growth—ECLIPSES Study. Nutrients 16(3): 437. https://doi.org/10.3390/nu16030437

El–Jamal S., Elfane H., Chamlal H., Barakat I., Daif H., Mziwira M., et al. (2022). Assessment of diet quality in children and adolescents with type 1 diabetes. Rocz Państw Zak Hig 73(4): 413-422. https://doi.org/10.32394/rpzh.2022.0229

Gette F., Aziz Ali S., Ho M.S.P., Richter L.L., Chan E.S., Yang C.L., et al. (2025). Long-term health outcomes of preterm birth: a narrative review. Front Pediatr 13: 1565897. https://doi.org/10.3389/fped.2025.1565897

Hatløy A., Torheim L.E., Oshaug A. (1998). Food variety—a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. Eur J Clin Nutr 52(12): 891-898. https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600662

Islam MH., Jubayer A., Nowar A., Nayan M.M., Islam S. (2023). Dietary diversity and micronutrients adequacy among the women of reproductive age at St. Martin's island in Bangladesh. BMC Nutr 9(1): 52. https://doi.org/10.1186/s40795-023-00715-y

Karimi T., Eini-Zinab H., Rezazadeh A., Moslemi Z. (2022). Maternal dietary diversity and nutritional adequacy in relation with anthropometric measurements of newborns at birth: a cohort study in Tehran city. BMC Pediatr 22(1): 129. https://doi.org/10.1186/s12887-021-03102-3

Keats E.C., Haider B.A., Tam E., Bhutta Z.A. (2019). Multiple-micronutrient supplementation for women during pregnancy. Cochrane Database Syst Rev 3(3): CD004905. https://doi.org/10.1002/14651858.CD004905.pub6

Makino T. (1991). A sensitive, direct colorimetric assay of serum zinc using nitro-PAPS and microwell plates. Clin Chim Acta 197(3): 209-220. https://doi.org/10.1016/0009-8981(91)90141-X

Michels K.B., Willett W.C. (2009). Self-administered semiquantitative food frequency questionnaires: patterns, predictors, and interpretation of omitted items. Epidemiol 20(2): 295-301. https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181931515

Ministry of Health. (2021). Ministry of Health and Social Protection: Morocco's National Nutrition Strategy 2011-2019. [Accessed 24 Jun 2021]. Available from.

Oh C., Keats E.C., Bhutta Z.A. (2020). Vitamin and mineral supplementation during pregnancy on maternal, birth, child health and development outcomes in low-and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. Nutrients 12(2): 491. https://doi.org/10.3390/nu12020491

Piskin E., Cianciosi D., Gulec S., Tomas M., Capanoglu E. (2022). Iron absorption: factors, limitations, and improvement methods. ACS Omega 7(24): 20441-20456. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c01833

Ren Q., Wang H., Zeng Y., Tan X., Cheng X., Zhou T., et al. (2023). The association between serum magnesium levels and gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. Biol Trace Elem Res 201(11): 5115-5125. https://doi.org/10.1007/s12011-023-03591-6

Simoncic V., Deguen S., Enaux C., Vandentorren S., Kihal-Talantikite W. (2022). A comprehensive review on social inequalities and pregnancy outcome—identification of relevant pathways and mechanisms. Int J Environ Res Public Health 19(24): 16592. https://doi.org/10.3390/ijerph192416592

Sow A., Gueye M., Boiro D., Ndongo A., Coundoul A., Diouf S., et al. (2018). Prématurité: épidémiologie et facteurs étiologiques dans une maternité de Dakar (Sénégal). J Pediatr Pueric 31(2): 91-95. https://doi.org/10.1016/j.jpp.2018.02.001

Thomson K., Moffat M., Arisa O., Jesurasa A., Richmond C., Odeniyi A., et al. (2021). Socioeconomic inequalities and adverse pregnancy outcomes in the UK and Republic of Ireland: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open 11(3): e042753. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-042753

Victora C.G., Christian P., Vidaletti L.P., Gatica-Domínguez G., Menon P., Black R.E. (2021). Revisiting maternal and child undernutrition in low-income and middle-income countries: variable progress towards an unfinished agenda. Lancet 397(10282): 1388-1399. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)00394-9

Vincent A., Grande F., Compaoré E., Amponsah Annor G., Addy P., Aburime L. (2020). FAO/INFOODS Food Composition Table for Western Africa (2019). User Guide & Condensed Food Composition Table. Rome: FAO.

Waijers P.M., Feskens E.J., Ocke M.C. (2007). A critical review of predefined diet quality scores. Br J Nutr 97(2): 219-231. https://doi.org/10.1017/S0007114507250421

WHO. (2013). Essential nutrition actions: improving maternal, newborn, infant and young child health and nutrition: World Health Organization.

WHO. (2014). Low birth weight policy brief Targets, WHO Global Nutrition. World Health Organization, 7.

WHO. (2018). WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience. Geneva: WHO, 2016.

WHO. (2019). UNICEF-WHO low birthweight estimates: levels and trends 2000-2015. Retrieved from https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NMH-NHD-19.21

WHO. (2020). Regional Overview of Food Security and Nutrition in the Near East and North Africa 2019: Rethinking food systems for healthy diets and improved nutrition. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. https://doi.org/10.4060/ca8684en

Xue L., Chen X., Sun J., Fan M., Qian H., Li Y., Wang L. (2024). Maternal dietary carbohydrate and pregnancy outcomes: quality over quantity. Nutrients 16(14): 2269. https://doi.org/10.3390/nu16142269

Yuan Z., Zhuang J. (2024). Establishment and verification of reference intervals for blood cell analysis in extremely high altitude. Front Physiol 15: 1383390. https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1383390

Zwart A., Van Assendelft O., Bull B., England J., Lewis S., Zijlstra W. (1996). Recommendations for reference method for haemoglobinometry in human blood (ICSH standard 1995) and specifications for international haemiglobinocyanide standard. J Clin Pathol 49(4): 271. https://doi.org/10.1136/jcp.49.4.271

Rev. Esp. Antrop. Fís. (2026)
Vol. 54: 60-68

Estudio de restos óseos vertebrales procedentes del altar de la antigua iglesia de la Santa Cruz del Castillo de la Estrella de Teba (Málaga)

Rocío del Valle Núñez Alarcón[1], Marina Trani Sánchez[1] y Rosa María Maroto Benavides[1]

[1]Departamento de Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física de la Universidad de Granada

*Corresponding Author: rociodelvallenunez@gmail.com

Palabras clave:

Antropología Física
Castillo de la Estrella
Enfermedades degenerativas
Iglesia de la Santa Cruz

RESUMEN

Este trabajo presenta el estudio de las vértebras procedentes del osario de la Antigua Iglesia de la Santa Cruz (Teba, Málaga), en el marco de la intervención arqueológica de la segunda campaña del PGI "El Castillo de la Estrella en Teba", dirigida por la Universidad de Granada en 2023, que ha proporcionado datos de carácter antropológico, relevantes y novedosos, sobre la población que residía en el Cerro de la Estrella antes de su abandono en el siglo XVII. Los materiales estudiados provienen del sondeo 6-A, en concreto de las unidades estratigráficas 6052 y 6084 situadas en la zona reservada como zona prioritaria de inhumación situada frente altar, bajo lo que sería el suelo de la nave de la iglesia en su última fase de ocupación. Todos los restos humanos óseos encontrados se encontraban dispersos en el relleno de las fosas de las sepulturas y áreas colindantes. Tras realizar una extensa revisión bibliográfica y el análisis osteológico, los resultados obtenidos han ofrecido información de gran interés sobre las patologías osteoarticulares degenerativas de las vértebras, relacionándose así el estado de salud de la población, el estilo de vida y la ubicación privilegiada de enterramiento de los individuos. Cabe destacar que, a pesar de su posición privilegiada, la mayoría de los individuos presentaba patologías degenerativas en estado avanzado.

Recibido: 22-02-2026
Aceptado: 25-09-2026

Keywords:

Physical Anthropology
Castillo de la Estrella
Degenerative diseases
Old Church of Santa Cruz

ABSTRACT

This work presents the anthropological study of the vertebrae from the ossuary of the Old Church of Santa Cruz, recovered during the second campaign (year 2023) of the General Research Project (PGI) “El Castillo de la Estrella” in Teba (Málaga), carried out by the University of Granada. It provides relevant and novel anthropological data on the population that resided in Cerro de la Estrella before its abandonment in the 17th century. The materials studied came from trench 6-A, specifically from stratigraphic units 6052 and 6084, located within the area reserved as the primary burial front directly in front of the altar, beneath what would have been the floor of the church nave during its final phase of occupation. All the human skeletal remains recovered were scattered throughout the backfill of the graves and surrounding areas. Following a literature review and osteological analysis, the results obtained provide highly interesting data regarding degenerative osteoarticular pathologies of the vertebrae, thereby correlating the population's health status and lifestyle with the individuals' privileged burial location. Notably, despite their prestigious resting place, the majority exhibited advanced-stage degenerative pathologies.

ISSN: 2253-9921
© 2026 Sociedad Española de Antropología Física

Introducción

Las patologías degenerativas de la columna vertebral han recibido una atención creciente, lo que ha permitido profundizar en su estudio y comprender mejor cómo afectan negativamente la vida cotidiana del ser humano. Estas afecciones no son exclusivas de la época contemporánea, sino que también estuvieron presentes en el pasado. En las poblaciones antiguas se pueden observar procesos degenerativos en la columna vertebral, impactando la salud y el nivel de vida de nuestros antepasados. Es importante entender los mecanismos de aparición y las consecuencias de las patologías degenerativas de la columna vertebral para comprender el estado de salud y enfermedad de las poblaciones pretéritas, en este caso, la población inhumada en la Antigua Iglesia de la Santa Cruz de la Villa de Teba (Málaga).

En dicha villa, ubicada en el cerro de La Estrella, se encuentra la Antigua Iglesia de la Santa Cruz, en cuyo interior han sido descubiertos restos arqueológicos que apuntan a la existencia de enterramientos y restos óseos en disposición de osario desde los siglos XIV hasta presuntamente el siglo XVII (según los análisis ceramológicos) (García et al., 2023). Aunque se han realizado algunos estudios sobre el yacimiento del Castillo de la Estrella, pocos han abordado de manera específica un estudio antropológico de los restos óseos humanos del edificio eclesiástico (Vallejo, 1983; Fernández, 1995; Martínez, García y Morgado, 2003; Alcántara, Melero y Fernández, 2018; Ríos, 2020).

El presente estudio se centra en el análisis de las patologías degenerativas de la columna vertebral de esta población tebeña enterrada en el altar del edificio eclesiástico en su última fase de ocupación (s. XVI-s. XVII). Este trabajo permitirá un acercamiento a las condiciones de vida y salud de la población de la Villa de Teba (Málaga) entre los siglos XVI y XVII.

El estudio de los restos óseos humanos, en concreto de las vértebras, ha posibilitado establecer una estimación de la edad, el grado de conservación, la tipología ósea (en este caso, identificación por segmentos vertebrales (cervical, torácico, lumbar)) y patologías degenerativas, para finalmente determinar el estado de salud y enfermedad de la población en cuestión. El Castillo de la Estrella es un complejo arquitectónico amurallado, emplazado en el cerro de la Estrella (Sierra del Padrastro, Málaga); este emplazamiento pertenece a una parte del Torcal de Antequera, concretamente a la población noroccidental de Teba. El Castillo de la Estrella se sitúa en las inmediaciones del actual casco urbano de la ciudad, una ubicación estratégica que le otorgó un papel clave en el control y la vigilancia de la comarca del Guadalteba. Durante la época andalusí, este territorio destacaba por su gran potencial agropecuario, lo que convertía al asentamiento en un enclave fundamental para la gestión de los recursos de la zona (cuando el sitio se denominaba "Hisn Atiba") (Fernández, 1995; Martínez, García y Morgado, 2003; Alcántara, Melero y Fernández, 2018; Ríos, 2020). El recinto fortificado ocupa 25.000 m2 de extensión; en la cima se ubica el alcázar, lugar de residencia del señor de la Villa, donde destaca la torre del homenaje (Fernández, 1995; Martínez, García y Morgado, 2003; Alcántara, Melero y Fernández, 2018; Ríos, 2020).

Los restos óseos vertebrales que constituyen el objeto de este trabajo proceden del Sondeo 6-A, concretamente de las UE 6052 y 6084, situadas en la cabecera de la antigua Iglesia de la Santa Cruz, en el primer frente de enterramiento de la nave, inmediatamente delante del altar (García et al., 2023; Trani Sánchez, 2023). Esta ubicación no es arbitraria: en el contexto cristiano bajomedieval y moderno, la inhumación *ad sanctos* —junto al altar y en el interior del templo— constituía un espacio funerario reservado a personas de estatus elevado, miembros del clero, patronos del edificio o élite local con capacidad económica y simbólica para sufragar dicho privilegio (Trani Sánchez, 2023).

Los enterramientos en conexión anatómica presentan una disposición homogénea —decúbito supino, orientación oeste, brazos cruzados sobre el pecho— característica del rito cristiano, y combinan sepulturas individuales con dos colectivas en posición central que conservaban ajuar (Trani Sánchez, 2023). La superposición de fosas, junto con el carácter de osario que adquiere progresivamente el espacio, responde al uso continuado del lugar como zona de enterramiento, con reaperturas sistemáticas que provocaron la dispersión y mezcla de los restos previos. Esto explica que la UE 6052 funcione como un estrato de relleno y colmatación con abundantes restos sin

conexión anatómica, mientras que la UE 6084 conserva todavía las fosas con individuos articulados.

El estudio antropológico de los enterramientos primarios (13 individuos) realizado por Trani Sánchez (2023) ha permitido caracterizar al grupo enterrado en esta zona: predominio de población senil (69,23% entre 60 y 70 años o más), distribución sexual equilibrada (53,85% femeninos, 38,46% masculinos) y una esperanza de vida notablemente alta para la Edad Moderna, indicador en sí mismo de condiciones de vida favorables. La hipótesis de pertenencia a una clase social acomodada se ve reforzada por la escasa presencia de marcadores óseos vinculados a una actividad física intensa, una higiene bucal cuidada (poco desgaste dental, escasas caries y pérdidas *antemortem*) y la presencia de ajuar funerario en algunos individuos.

El contexto cronológico de todos los enterramientos se sitúa en la última fase de uso del edificio (siglos XVI–XVII), coincidiendo con el progresivo abandono del recinto fortificado tras la marcha del Conde de Teba en el siglo XVI y la despoblación del Castillo de la Estrella desde finales del siglo XVII (Vallejo, 1983; Ríos, 2020). Como muestra el volumen colectivo del II Certamen de Historia Local (Becerra et al., 2018), la villa de Teba llegó a la Edad Moderna tras casi dos siglos de configuración como enclave fronterizo entre Castilla y el reino nazarí de Granada (1333–1500), condición que determinó tanto su estructura social como su régimen de propiedad de la tierra. Ya plenamente integrada en la monarquía hispánica, la sociedad tebeña de los siglos XVI y XVII se caracterizaba según el estudio de Quijada Morales (2021) sobre la propiedad de la tierra y la venta de baldíos en Teba entre 1582 y 1662 —cronología que coincide prácticamente con la fase a la que se adscriben los restos analizados—, por una fuerte concentración de la propiedad en manos de la oligarquía local vinculada al señorío, junto a una base poblacional dependiente de la agricultura y la ganadería de la comarca del Guadalteba, con un sector amplio de jornaleros y pequeños propietarios sin acceso estable a la tierra. Este marco socioeconómico permite contextualizar la diferenciación que se observa en el registro funerario: por un lado, una élite local con capacidad económica para reservarse el espacio privilegiado del altar; por otro, una población humilde cuyos restos terminarían formando el depósito secundario de la torre campanario o las zonas más periféricas de la nave.

Este escenario es el que enmarca el presente estudio paleopatológico. Las patologías degenerativas vertebrales que se analizan a continuación no pueden leerse al margen de este contexto: provienen de una población envejecida, posiblemente acomodada en una proporción significativa y cuyos restos han sufrido procesos tafonómicos derivados tanto del uso reiterado del espacio funerario como de su reutilización tras el abandono del castillo.

En el Castillo de la Estrella de Teba (Málaga) se han realizado diversas actividades arqueológicas en consonancia con el Proyecto General de Investigación (PGI) "El Castillo de la Estrella de Teba", desarrolladas de la mano de la Universidad de Granada y el grupo de investigación PRINMA (Producción, Intercambio, Narrativas y Materialidad). Este PGI está dirigido por Alberto García Porras y Francisco Melero García, junto con la colaboración del Ayuntamiento de Teba desde el año 2021 (García Porras et al., 2023).

Material y Métodos

Para la presente investigación, se ha realizado una considerable revisión bibliográfica de carácter médico, bioantropológico, paleopatológico e histórico procedente de repositorios digitales y libros físicos (incluyendo los manuales de referencia estándar en paleopatología: Ortner y Putschar (1985), Campillo (1993), Aufderheide y Rodríguez-Martín (1998), Isidro y Malgosa (2003) y Waldron (2009)). Cabe destacar la dificultad encontrada para localizar bibliografía específica sobre Teba o su comarca (Guadalteba) en el periodo histórico objeto de estudio. Esta limitación se debe principalmente a tres factores: la escasa digitalización de algunos textos, la ausencia de referencias relevantes en las bibliotecas consultadas y, sobre todo, el carácter inédito de la investigación. Hasta la fecha, los enterramientos apenas habían sido estudiados, y la zona geográfica objeto de estudio no había sido considerada como foco principal en investigaciones previas. El estudio se centró en el análisis de restos óseos vertebrales procedentes del área delimitada como zona del altar de la Antigua Iglesia de la Santa Cruz del Castillo de la Estrella de Teba,

exhumados durante la campaña de 2023 del Proyecto de Investigación General “El Castillo de la Estrella en Teba” por el grupo de investigación PRINMA de la Universidad de Granada.

Los restos óseos analizados provienen del Sondeo 6-A, concretamente de las unidades estratigráficas (UE) 6052 y 6084. Ambas unidades corresponden a estratos de tierra y cal situados en la zona del altar, frente a la nave del edificio eclesiástico, y contienen una gran cantidad de restos humanos sin conexión anatómica. Sin embargo, la UE 6084, situada por debajo de la UE 6052, incluye fosas de enterramiento con individuos en posición anatómica, además de restos sueltos.

El tratamiento del material consistió en la revisión de dos cajas de cartón que contenían diversas bolsas de plástico etiquetadas como “TB-CE-23 S6-A UE 6052” y “TB-CE-23 S6-A UE 6084”, correspondientes a “Teba, Castillo de la Estrella, 2023, Sondeo 6-A, unidad estratigráfica 6052/6084”. Todos los restos fueron cuidadosamente limpiados en húmedo con cepillos de cerda suave y secados en el Laboratorio de Antropología en el Departamento de Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física de la Universidad de Granada, para posteriormente ser depositados en sus cajas originales para su estudio final y almacenamiento.

Para analizar la tipología ósea, las vértebras se dividieron en tres clases según su morfología: cervicales, torácicas y lumbares. Para la estimación de la edad de los individuos, se emplearon distintos atlas y métodos de desarrollo vertebral, incluyendo la recopilación de Morlesín (2017), el atlas de fusión vertebral infantil de Morán e Irurita (2023) y el método de Albert (1998) y Albert et al. (2010), citado por Rodes Lloret (2023). Estos métodos no han sido usados en el informe antropológico previo de Trani Sánchez (2023). La valoración se realizó siguiendo un criterio de desarrollo vertebral de cada una de las vértebras en cuatro fases:

- Estadio 1 (0–16 años): las vértebras carecen de anillo epifisario y los bordes del cuerpo vertebral muestran ondulaciones similares.
- Estadio 2 (16–20 años): el anillo epifisario se encuentra en proceso de fusión, siendo visible una línea de fusión en el perfil vertebral.
- Estadio 3 (20–29 años): se observa la fusión completa del anillo epifisario. Las marcas de procesos degenerativos comienzan a hacerse visibles; el hueso se muestra liso y compacto.
- Estadio 4 (más de 30 años): los procesos degenerativos, como la artrosis, son evidentes. El hueso pierde densidad, se vuelve más poroso y aparecen osteofitos o “picos de loro” en los bordes.

No obstante, debido a que los procesos degenerativos, la genética y el desgaste ocupacional impiden determinar con precisión edades superiores a los 21 años en las vértebras, se agruparon los estadios 1 y 2. Esto dio lugar a dos grupos de edad: la población de subadultos, que comprende individuos (o restos vertebrales) de entre 0 y 20 años, y la población adulta, que incluye a los mayores de 21 años.

También se consideró el grado de preservación de las vértebras. Estas se catalogaron como "parcialmente conservadas" si presentaban alteraciones significativas que, no obstante, permitían su clasificación tipológica. Dichos daños incluyen el deterioro por procesos tafonómicos, las sucesivas reaperturas de las fosas, el proceso de excavación arqueológica, el lavado y análisis en laboratorio, o bien patologías previas que dificultaban su manipulación. Por otro lado, se clasificaron como "completas" aquellas que presentaban leves deterioros que no comprometían su integridad, lo que permitió realizar una determinación tipológica y patológica sin dificultad.

Mediante el análisis macroscópico también se determinó la presencia de alteraciones patológicas. Considerando la naturaleza de este trabajo, y dado que las enfermedades infecciosas y metabólicas identificadas en este yacimiento son actualmente objeto de otros estudios, el análisis se centró en las enfermedades degenerativas y sus manifestaciones paleopatológicas, tales como “los nódulos de *Schmörl*”, la formación de osteofitos (comúnmente denominados "picos de loro") y la anquilosis.

Se ha contabilizado un total de 204 vértebras en la caja correspondiente a la UE 6052, y 505 elementos correspondientes a la caja de la UE 6084, dotando a este trabajo de un total de 709 elementos codificados y analizados. Respecto al material apto para este estudio, en la Unidad Estratigráfica (UE) 6052

se contabilizaron 172 vértebras y 32 fragmentos indeterminados; mientras que en la UE 6084 se registraron 369 vértebras y 136 fragmentos indeterminados. Todo ello proporcionó un total de 541 vértebras analizadas (Tabla 1).

Tabla 1. Elementos usados para el estudio según la Unidad Estratigráfica (UE) de procedencia.

UE	Total elementos	Vértebras aptas para estudio	Fragmentos
6052	204	172	32
6084	505	369	136
TOTAL	709	541	168

Según la clasificación preestablecida, el conteo resultante es de 167 vértebras cervicales, 239 vértebras torácicas y 135 vértebras lumbares. Para calcular el Número Mínimo de Individuos (NMI), se tuvieron en consideración dos vértebras, el atlas y el axis. Por consiguiente, el recuento anatómico determinó la presencia de 26 axis y 41 atlas. Los atlas, al ser mayoritarios, fueron seleccionados para la determinación del NMI, dotando al estudio de no menos de 41 individuos. No obstante, no fue posible reasociar cada columna vertebral a su respectivo individuo, debido a que los restos óseos proceden de un osario y se encuentran disociados.

Estos análisis han permitido caracterizar de manera sistemática los restos óseos del área del altar, aportando información inédita sobre la población que fue enterrada en el Castillo de la Estrella durante la Edad Moderna. La combinación de la revisión bibliográfica con la observación directa de los restos óseos proporciona una base sólida para futuras investigaciones sobre la bioarqueología y la paleopatología de la región.

Resultados

Después del estudio antropológico de los restos óseos, se pueden realizar ciertas apreciaciones. Del análisis macroscópico se desprenden los siguientes resultados:

Determinación tipológica. La clasificación morfológica de las vértebras (N = 541) reveló una distribución del 31 % de vértebras cervicales (n = 167), el 44 % de torácicas (n = 239) y el 25 % de lumbares (n = 135). Esta mayor prevalencia de elementos torácicos evidencia una mejor preservación y conservación de dicho segmento anatómico en el yacimiento.

Estimación del NMI. Se han estimado no menos de 41 individuos inhumados en el osario de las fosas de enterramiento, con un mínimo de 16 individuos subadultos (39%) y 25 individuos adultos (61%).

Estimación del grado de conservación. Se ha observado que el 57% de las vértebras se encuentran completas, mientras que el 43% se encuentra parcialmente fragmentadas. Dado que el estado de conservación es multifactorial, estos porcentajes tan variados pueden deberse a la presencia de diversas patologías, procesos tafonómicos, la reutilización de la zona, el expolio o al propio proceso de excavación.

Estimación de la edad según el grado de fusión epifisaria del anillo vertebral (según Albert (1998) y Albert et al. (2010)). La muestra se ha dividido en dos grupos de edad: subadultos (122 vértebras, 23%) y adultos (419 vértebras, 77%).

Diagnóstico diferencial de patologías, mediante un análisis visual y comparativo. El 60% de las vértebras están afectadas (324 de las 541 estudiadas) y, de entre ellas, el 45,37% presenta osteofitos (147 vértebras sobre el total de afectadas), el 31,7% artrosis (103 vértebras sobre el total de afectadas), el 20,37% nódulos de Schmörl (66 vértebras sobre el total de afectadas); en un porcentaje muy pequeño (1,23%) se observan puentes óseos (4 vértebras dispuestas en dos pares, cada uno de ellos con fusión entre las vértebras componentes); asimismo, un 1,23% de las vértebras tienen patologías infecciosas inespecíficas. Este conjunto osteológico proporciona datos muy valiosos para caracterizar el estado de salud de esta población.

Discusión

Con anterioridad, se ha mencionado que tras la contabilización se habían inscrito 709 vértebras. Según la unidad estratigráfica en la que fueron halladas se han clasificado en aquellas procedentes de la UE 6052 y de la UE 6084. Se contabilizaron 204 vértebras en la UE 6052 (29% del total) y 505 vértebras en la UE 6084 (71% del total). Esto supone un predominio de restos óseos hallados en la UE 6084. Esta dispersión y la posición de las unidades estratigráficas sugieren que la UE 6052 y la UE 6084 se entremezclaron.

De las 709 vértebras registradas, 541 fueron susceptibles de ser analizadas. El resto fueron registradas como fragmentos indeterminados debido a su mal estado de conservación y difícil categorización. Este hecho sugiere que, durante el proceso de reutilización del espacio funerario, los restos de los individuos preexistentes fueron objeto de una reducción esquelética, sufriendo un progresivo deterioro debido a las constantes aperturas y cierres de las sepulturas. Además, el proceso de exhumación de 2023 provocó cierto deterioro en las vértebras. Estas modificaciones se identificaron mediante ciertas fracturas y marcas de herramientas recientes, fácilmente distinguibles ya que el color de los huesos inhumados (al estar enterrados) era de tonalidades muy diferentes.

Para el estudio paleopatológico, se usaron las 541 vértebras revisadas. La principal dificultad metodológica para evaluar el estado de salud consistió en diferenciar la degeneración fisiológica asociada a la edad, de los procesos degenerativos precoces. En las vértebras de los individuos subadultos fue relativamente fácil distinguir entre las vértebras que poseían alguna patología de las que no, debido a los estados de fusión epifisaria incompleta y a la baja prevalencia de manifestaciones degenerativas en rangos de edad tempranos. En las de los individuos subadultos, las patologías degenerativas ascendieron a 4 vértebras en estadio 2 de fusión epifisaria (1,23% sobre el total de las vértebras con patologías), con osteoartrosis o procesos degenerativos precoces en los que aparecen osteofitos, siendo dos de ellas en axis, una en vértebra torácica y otra en vértebra lumbar. Cabe destacar que, en los restos de individuos subadultos, el alto grado de fragmentación prevalece sobre cualquier otra característica física. Esto se debe a que en la mayoría de los casos se trataba de vértebras de individuos de muy temprana edad, cuyos huesos presentan gran fragilidad.

En cuanto a los individuos adultos, se contabilizaron 324 vértebras con signos patológicos, de las cuales 320 eran degenerativas (ver un ejemplo en la Figura 1); esto supone el 59 % de vértebras con patología degenerativa sobre el total analizado (541). De entre las 324 vértebras con alguna patología, 147 (el 45,37%) presentaban osteofitos tipo “picos de loro”. De las patologías observadas, la artrosis fue sin duda la predominante, observándose en todas las vértebras consideradas con alguna patología, mostrando desgaste en el disco del cuerpo vertebral y osteofitos en los bordes. De entre las vértebras que mostraron patología articular, 66 presentaron nódulos de *Schmörl* (el 20,37% de las 324 vértebras con patologías). Estas lesiones solo fueron observadas en vértebras lumbares o en vértebras torácicas cercanas al adosamiento con las lumbares, siendo las zonas más frecuentes para la aparición estos hundimientos debidos posiblemente a sobreesfuerzos (Waldron, 2009).



Figura 1. Vértebra lumbar con artrosis acusada y osteofitosis.

Por otro lado, se documentaron 14 vértebras con puentes óseos (4,32% sobre el total de vértebras con patologías) (ver un ejemplo en la Figura 2). Solo 4 vértebras cervicales fueron encontradas fusionadas entre sí (dos parejas de dos cervicales); el resto presentaba un recrecimiento óseo progresivo. No

obstante, al no disponer de columnas vertebrales en conexión anatómica, no fue posible establecer un diagnóstico diferencial definitivo tal y como han señalado otros autores (Maat, Mastwijk y van der Velde, 1995; González-Rodríguez et al., 2013).



Figura 2. Vértebras cervicales con puentes óseos.

En cuanto a la relación entre los patrones de enterramiento, la clase social y el estilo de vida, la interpretación se ha visto condicionada por la ausencia de fuentes documentales de la época de última ocupación y de la fase de reutilización. La zona frente al altar constituía, probablemente, un espacio reservado para individuos de clase alta (Trani Sánchez, 2023), lo que es coherente con el predominio de patologías degenerativas en adultos y con la escasa —aunque no inexistente— presencia de marcadores de estrés ocupacional intenso. No obstante, dado que no se han documentado marcadores específicos de actividad física —como entesopatías u otros indicadores biomecánicos—, esta hipótesis requiere de confirmación en estudios futuros (Luna, Aranda y Amorim Alves, 2017). La aparición excepcional de signos degenerativos en un reducido número de vértebras de los individuos subadultos (4 casos, el 1,23%) podría responder a la fase de reutilización tardía del espacio: los indicios tafonómicos observados son compatibles con enterramientos de urgencia asociados a episodios epidémicos del siglo XVII (Vallejo, 1983; García et al., 2023), en los que la selección del espacio ya no respondería al estatus social sino a la necesidad inmediata, lo que explicaría la heterogeneidad de la muestra. Así, en parte de las vértebras se ha perdido información por la reutilización continuada del espacio funerario, las bioturbaciones de época contemporánea y la ausencia de estudios antropológicos previos sobre este material, lo que explica el estado incipiente de la investigación bioarqueológica en torno al yacimiento.

Los huesos no dejan de ser otra forma de conocimiento sobre el ser humano, ya sea de su dieta, su actividad física, sus enfermedades… hasta su propia cultura. El hecho de que los humanos realicen ciertas tareas de una forma característica, como lo es el trabajo, repercute en la estructura ósea de los individuos, proporcionado información sobre los medios de vida y alimentación de épocas pasadas y presentes.

Conclusiones

El presente estudio ha permitido identificar un conjunto relevante de patologías degenerativas osteoarticulares en los restos vertebrales de la población inhumada en la Antigua Iglesia de la Santa Cruz del Castillo de la Estrella (Teba, Málaga), durante su última fase de ocupación (ss. XVI–XVII). El 60% de las vértebras analizadas presenta signos patológicos con predominio claro de la artrosis y la osteofitosis (77,07%), seguidas por los nódulos de *Schmörl* (20,37%) y, en un porcentaje mucho más reducido, puentes óseos compatibles con procesos degenerativos avanzados (4,32%). Estas patologías, propias tanto del envejecimiento natural como de una elevada carga mecánica y estrés ocupacional sostenido, se documentan de forma predominante en los individuos adultos procedentes de un espacio de enterramiento privilegiado, la zona frente al altar, reservada históricamente a individuos de clase alta (Trani Sánchez, 2023).

Los indicios tafonómicos asociados —presencia de cal, disposición en osario y rapidez de inhumación— resultan compatibles con enterramientos de urgencia vinculados a episodios epidémicos documentados para el siglo XVII (Vallejo, 1983; García et al., 2023), en los que la selección del espacio funerario habría respondido más a la necesidad inmediata que al estatus social del individuo. Esta hipótesis alternativa ayuda a explicar la heterogeneidad

observada en la muestra y abre una línea de investigación específica sobre la reutilización tardía del espacio. Cabe señalar que se ha perdido información como consecuencia de la reutilización continuada del espacio funerario y las bioturbaciones de época contemporánea, así como por la ausencia de estudios antropológicos previos sobre este material, pese a haberse recuperado restos óseos en intervenciones anteriores. Estas limitaciones explican el carácter todavía incipiente de la investigación bioarqueológica en torno al yacimiento del Castillo de la Estrella, y subrayan la necesidad de una colaboración interdisciplinar sostenida —entre la Antropología Física, la Arqueología y la Historia— para abordar la complejidad multifactorial de las poblaciones del pasado.

Por tanto, se concluye que es necesaria una colaboración interdisciplinar para los estudios de sociedades pretéritas debido a su complejidad multifactorial, la necesidad de un mayor estudio de casos en la Villa de Teba (Málaga), y la constatación de que los huesos sirven para tejer una narrativa del pasado. En definitiva, la Antropología Física es de vital importancia para comprender los grupos humanos pretéritos a partir de sus restos óseos. Estos aportan información de todos los aspectos de la vida, en especial de los estados de salud y enfermedad.

Referencias

Albert M. (1998). The use of vertebral ring epiphyseal union for age estimation in two cases of unknown identity. Forensic Sci Int 97: 11-20. https://doi.org/10.1016/S0379-0738(98)00143-1

Albert M., Mulhern D., Torpey M.A., Boone E. (2010). Age estimation using thoracic and first two lumbar vertebral ring epiphyseal union. J Forensic Sci 55: 287-294. https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01307.x

Alcántara Vegas C., Melero García F., Fernández Martín A. (2018). Actividad arqueológica puntual: Prospección arqueológica superficial y por medio de georradar en el Castillo de la Estrella, Teba (Málaga). Informe inédito depositado en la Delegación Territorial de Cultura y Patrimonio Histórico de Málaga.

Aufderheide A.C., Rodríguez-Martín C. (1998). The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology. Cambridge: Cambridge University Press.

Becerra S., Cuevas Góngora D., Escalante Gil J.C., Ángel Ruiz J.A., Burgos Escalante A. (2018). II Certamen de Historia Local de Teba. Teba: Ayuntamiento de Teba (Málaga).

Campillo Valero D. (1993). Paleopatología: Los primeros vestigios de la enfermedad. Barcelona: Fundación Uriach.

Fernández Guirado I. (1995). Trabajos de documentación en el Castillo de la Estrella. Teba. Mainake 17-18: 217-233.

García Porras A., Rojas Cáceres J.A., Trani Sánchez M., Ríos Jiménez J.M., Peregrina Sánchez M.J., Melero García F., et al. (2023). Actividad arqueológica por medio de sondeos y estudio de parámetros. Año 2. Actuación arqueológica en la Iglesia de la Villa y Lienzos 5, 6 y Torre F. Informe inédito depositado en la Delegación Territorial de Cultura y Patrimonio Histórico de Málaga.

González-Rodríguez M., de Jesús Guerra-Soto A., Corona-Sánchez E.G., Rocha-Muñoz A.D., Díaz-González E.V., González-López L. (2013). Espondilitis anquilosante. Conceptos generales. El Residente 8: 106-113.

Isidro A., Malgosa Morera M.A. (2003). Paleopatología: La enfermedad no escrita. Barcelona: Masson.

Luna L., Aranda C., Amorim Alves A. (2017). Reflexiones sobre el relevamiento y análisis comparativo de patologías osteoarticulares en restos esqueletales humanos. Rev Argent Antropol Biol 19: 1-8. https://doi.org/10.17139/raab.2017.0019.01.08

Maat G.J., Mastwijk R.W., van der Velde E.A. (1995). Skeletal distribution of degenerative changes in vertebral osteophytosis, vertebral osteoarthritis and DISH. Int J Osteoarchaeol 5: 289-298. https://doi.org/10.1002/oa.1390050308

Martínez Enamorado V., García Alfonso E., Morgado Rodríguez A. (2003). Intervención arqueológica de urgencia en el recinto fortaleza del Castillo de la Estrella (Teba, Málaga). Anuario Arqueológico de Andalucía 2000 2: 874-882.

Morán Saiz M., Irurita Olivares J. (2023). La columna vertebral como estimador de edad. Tres metodologías basadas en la fusión vertebral. En: XV Reunión Científica. Acción Forense Humanitaria de la Guerra Civil Española y otros conflictos de la Asociación Española de Odontología y Antropología Forense. 9-14 de noviembre 2023.

Morlesín M.C. (2017). La maduración vertebral: Método complementario para la estimación de la edad en restos óseos humanos. La Zaranda de Ideas 15(2): 95-112.

Ortner D.J., Putschar W.G.J. (1985). Identification of pathological conditions in human skeletal remains. Washington: Smithsonian Institution Press. https://doi.org/10.5479/si.00810223.28.1

Quijada Morales M.I. (2021). La propiedad de la tierra en Teba y su jurisdicción. Venta de Baldíos (1582-1662). Málaga: Aratispi Ediciones.

Ríos Jiménez J. (2020). Artículo de la I.A.P. mediante análisis paramental del lienzo noroeste de la muralla del Castillo de la Estrella, Teba (Málaga). Anuario Arqueológico de Andalucía 2020.

Rodes Lloret F. (2023). Determinación de la edad en adultos: Vértebras. En: Cuaderno de prácticas de antropología forense (4.ª ed., p. 104). Alacant: Universitat d'Alacant.

Trani Sánchez M. (2023). Informe técnico antropológico: Estudio de restos humanos óseos de la antigua Iglesia de la Santa Cruz Real. En: A. García Porras (Ed.). Proyecto General de Investigación del Castillo de la Estrella, Teba, Málaga. Memoria año 2. Junta de Andalucía. Consejería de Turismo, Cultura y Deporte. N.º expte. 10971. Informe no publicado.

Vallejo Triano A. (1983). Actuación arqueológica en el Castillo de Teba (Málaga). Málaga: Diputación Provincial de Málaga.

Waldron T. (2009). Palaeopathology. Cambridge: Cambridge University Press.


SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ANTROPOLOGIA FISICA
SEAF

CONTENTS - Vol. 54 (2026)

01 **Olalla López-Céstas y Jaime Almansa Sánchez**

Will Female Physical Anthropologists Be Able to Excavate and Study Human Skeletal Remains? Social Perceptions, Legal Considerations and Future Directions

13 **Selene Rodríguez-Caraballo y Rocío García-Mancuso**

Endocranial Lesions, Bone Porosity and Subperiosteal New Bone Formation in Non-Adult Individuals from a Contemporary Osteological Collection

25 **Halima Daif, Imane Haddou, Ghizlane Benaddi, Halima Belaoufi, Hamid Chamlal, Hajar El Hendaoui, Firdaous Friki, Jamila Elbiyad, Habiba Liba, Mohammed Elayachi1 y Rekia Belahsen**

Prevalence and determinants of hypertension among Senegalese immigrants living in El Jadida, Morocco

40 **Alicia Portela-Estévez, Alín P. Acuña-Alonzo, Cesar A. Fortes-Lima, Araxi O. Urrutia, Javier Lescure, Georgios Athanasiadis y Antonio González-Martín**

Reconstructing the Origins of the Agote Population through Computational Genomics

49 **Houda Elfane, Sanaa El-Jamal, Imane Barakat, Halima Daif, Firdaous Friki, Mohammed El Ayachi y Rekia Belahsen**

Nutritional and biochemical status of pregnant women giving birth to low-birth-weight newborns in El Jadida Province, Morocco: a case-control study

60 **Rocío del Valle Núñez Alarcón, Marina Trani Sánchez y Rosa María Maroto Benavides**

Study of Vertebral Remains Recovered from the Altar of the Former Church of Santa Cruz at the Castle of La Estrella in Teba, Málaga

ISSN 2253-9921

SUMARIO - Vol. 54 (2026)

01 **Olalla López-Céstas y Jaime Almansa Sánchez**

¿Podrán las antropólogas físicas excavar y estudiar esqueletos humanos? Percepción social, aspectos legales, y propuestas de futuro

13 **Selene Rodríguez-Caraballo y Rocío García-Mancuso**

Lesiones endocraneales, porosidad ósea y formación de hueso nuevo subperióstico en individuos no-adultos de una colección osteológica contemporánea

25 **Halima Daif, Imane Haddou, Ghizlane Benaddi, Halima Belaoufi, Hamid Chamlal, Hajar El Hendaoui, Firdaous Friki, Jamila Elbiyad, Habiba Liba, Mohammed Elayachi1 y Rekia Belahsen**

Prevalence and determinants of hypertension among Senegalese immigrants living in El Jadida, Morocco

40 **Alicia Portela-Estévez, Alín P. Acuña-Alonzo, Cesar A. Fortes-Lima, Araxi O. Urrutia, Javier Lescure, Georgios Athanasiadis y Antonio González-Martín**

Reconstrucción del origen de la población agote a través de la genómica computacional

49 **Houda Elfane, Sanaa El-Jamal, Imane Barakat, Halima Daif, Firdaous Friki, Mohammed El Ayachi y Rekia Belahsen**

Nutritional and biochemical status of pregnant women giving birth to low-birth-weight newborns in El Jadida Province, Morocco: a case-control study

60 **Rocío del Valle Núñez Alarcón, Marina Trani Sánchez y Rosa María Maroto Benavides**

Estudio de restos óseos vertebrales procedentes del altar de la antigua iglesia de la Santa Cruz del Castillo de la Estrella de Teba (Málaga)

ISSN 2253-9921