

Dos casos de Deformidad de Madelung en la necrópolis medieval de La Clínica (Calahorra, La Rioja, España)

Two cases of Madelung's deformity in the medieval cemetery of La Clínica (Calahorra, La Rioja, Spain)

PALABRAS CLAVES: Deformidad de Madelung, displasia, bilateral, congénita, paleopatología.

GAKO-HITZAK: Madelungen deformazioa, displasia, aldebikoa, sortzetikoa, paleopatologia.

KEY WORDS: Madelung's deformity, dysplasia, bilateral, congenital, paleopathology.

Carmen OLIVARES⁽¹⁾, Pilar IGÚACEL⁽²⁾ y Asunción ANTOÑANZAS⁽³⁾

RESUMEN

Se presentan los resultados del estudio antropológico de dos individuos con la Deformidad de Madelung. Los restos óseos fueron localizados en dos tumbas medievales contiguas, en la necrópolis medieval de La Clínica (S. XII- S.XIII, Calahorra, La Rioja). La deformación de Madelung es una manifestación subyacente por haploinsuficiencia del gen SHOX, el cual se expresa a través de un hipocrecimiento disarmónico de la epífisis de los cúbitos y radios. Esta deformidad bilateral congénita, bien conocida en la actualidad, es un caso excepcional en contextos arqueológicos ya que se encuentra escasamente documentado. Este trabajo aporta el estudio morfométrico de dos casos emparentados de la alta edad media riojana y se analizan las respuestas óseas derivadas de dicha acondroplasia bajo un contexto clínico actualizado.

LABURPENA

Madelungen deformazioa zuten bi banakotan egindako azterketa antropologikoaren emaitzak aurkeztu dira. Hezurak ondoan zeuden Erdi Aroko bi hilobitan aurkeztu zituzten, La Clínicako Erdi Aroko nekropolian (XII.-XIII. bendeak, Calahorra, Errioxa). Madelungen deformazioa SHOX genearen haplogutxiegitasunarekin lotutako azpiko seinale bat da. Horren ondorioz, kubituen eta erradioen epifisiaren hipohazkunde disarmonikoa gertatzen da. Sortzetiko alde biko deformazio hori gaur egun ondo ezagutzen da, baina testuinguru arkeologikoetan aparteko kasua dela esan dezakegu, horren inguruko dokumentazio txikia baitago. Lan honek Errioxako Goi Erdi Aroko bi kasu parekideren azterketa morfologikoa eskaini du, eta akondroplasia horretatik eratorritako hezurren erantzunak aztertu dira gaur egungo testuinguru klinikotik abiatuta.

ABSTRACT

Here we present the results of the anthropological study of two individuals with Madelung's deformity. The skeletal remains were located in two contiguous medieval tombs in the medieval cemetery of La Clínica (XII- XIII century, Calahorra, La Rioja). The Madelung deformity is an underlying manifestation by haploinsufficiency of the SHOX gene, which is expressed by a disharmonic hypogrowth of the ulnae and radii epiphysis. This congenital bilateral deformity, well known nowadays, is an exceptional case in archaeological contexts since it is scarcely documented. The following work provides a morphometric study of two related cases from the high middle ages of La Rioja and analyzes the bone responses derived from this achondroplasia in an updated clinical context.

1. INTRODUCCIÓN

Durante las intervenciones arqueológicas realizadas en La Clínica (Calahorra) en los años 2021 y 2022, se excavaron 28 tumbas altomedievales (S. XII- S.XIII, entre 1166-1266 Cal AD). Las inhumaciones pertenecen a un espacio funerario de carácter colectivo donde cada individuo fue enterrado en fosa simple, reutilizando estructuras y material romano de niveles inferiores y siguiendo unas pautas de orientación y ocupación del espacio bien definidas (orientación SO-NE, con el ca-

becero al suroeste). Las Tumbas 1 y 27, objeto de este estudio, se encuentran en el Sector 1 de la necrópolis, al noroeste del yacimiento romano de La Clínica (siglos I-III d.C.) (Fig.1).

Los restos hallados están en buen estado de conservación, aunque la necrópolis está muy alterada, especialmente por la actividad antrópica. Los dos individuos se encontraban en posición decúbite supino con los antebrazos flexionados. U.E 111 apoyaba los manos sobre pecho y pubis, mientras que U.E 179 las apoyaba

⁽¹⁾ Laboratorio de Antropología Física: Av/Juan Pereda Pila 3, 8D; C.P: 06004 (Badajoz, Badajoz), (carmen.olivares.marin@gmail.com).

⁽²⁾ Centro de trabajo. Labrys Arqueología, Universidad de La Rioja (pilar@labrysarqueologia.com).

⁽³⁾ Centro de trabajo. Labrys Arqueología (asun@labrysarqueologia.com).

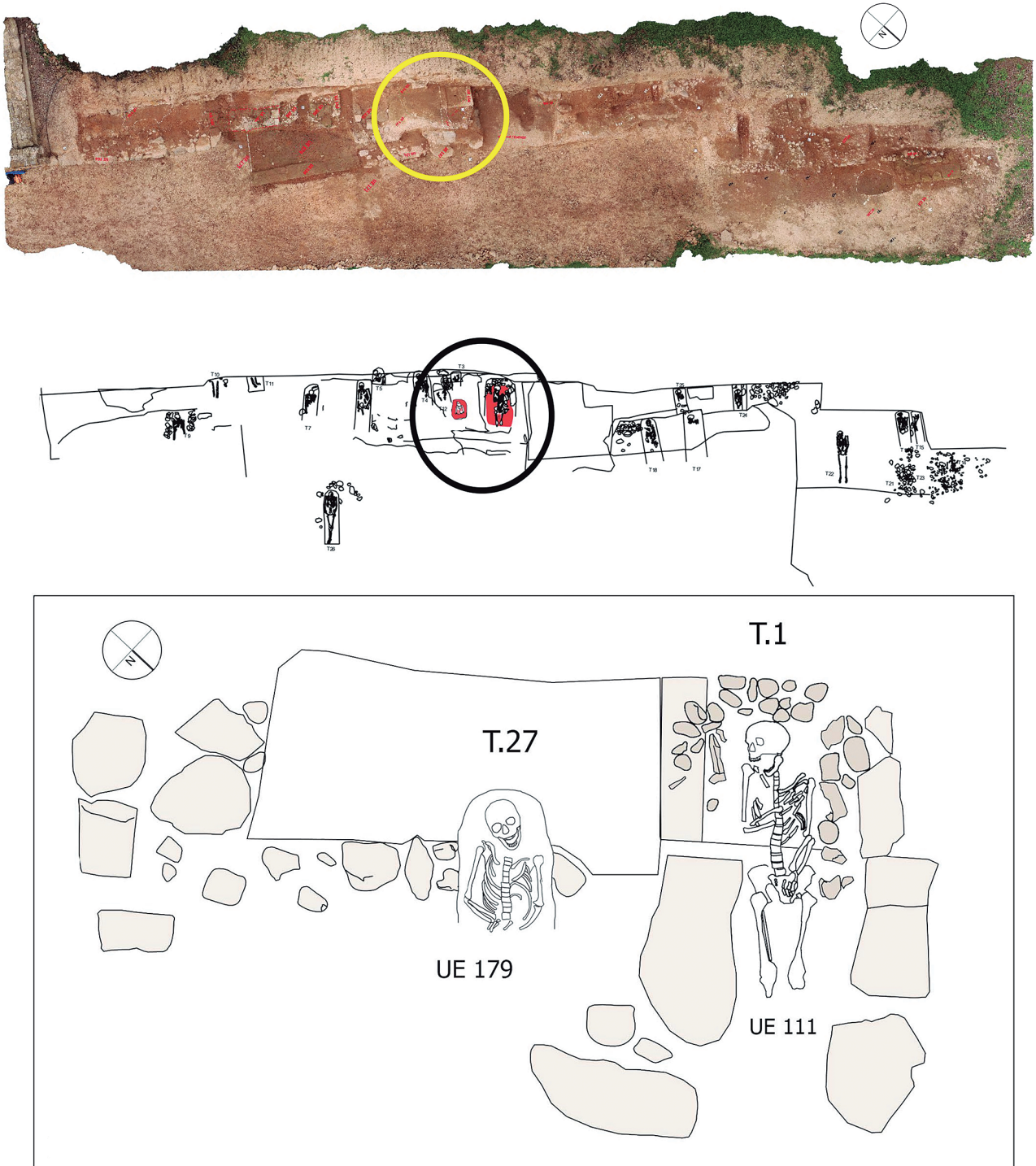


Fig.1. Ortofoto, planimetría y croquis de las Tumbas 1 y 27 en la necrópolis de La Clínica (Calahorra, La Rioja). / Orthophoto, planimetry and sketch of Tombs 1 and 27 in the necropolis of La Clínica (Calahorra, La Rioja).

sobre el abdomen. En el relleno de la tumba 1, cista confeccionada aprovechando estructuras preexistentes, se identificaron varios clavos de hierro. Este hecho, junto a la disposición de la mandíbula y el raquis cervical se manifiesta en medios de descomposición vacíos, gracias al uso de ataúd o cajón de madera en la inhumación. Este tipo de enterramiento le proporciona cierta notoriedad a

U.E 111 respecto a U.E 179, el cual ocupa una fosa simple donde se observa la descomposición, amortajada, en medio colmatado en vista de la integridad articular.

En 2001, dentro del proyecto Calagurris Iulia, se excavó en el solar contiguo una necrópolis a la que se le dio el nombre de La Chimenea (Calahorra). Hoy en día y tras las campañas de excavación de la necrópolis

de La Clínica, parece lógico pensar que ambos yacimientos forman parte de un mismo espacio funerario. Tal como sucede en la necrópolis de La Chimenea, la ausencia de restos epigráficos, ajuares o registro material en las tumbas de la Clínica y la ausencia de referentes o antecedentes sobre esta necrópolis, dificulta establecer una adscripción cultural concreta (Antoñanzas, 2001). Se trata de un momento histórico en el que el pueblo calagurritano se repartía entre tres culturas: árabe en proceso de conversión, judía en plena expansión demográfica y cristiana en convivencia con las otras dos, al menos hasta que la violencia antijudía de finales del siglo XIV y principios del XV desestructurara este arraigo cultural (Sáenz de Haro, 2011).

Tras la limpieza y consolidación de los restos exhumados, se procedió con el examen antropológico para su identificación y estudio morfométrico. Durante este proceso se identificaron anomalías en los antebrazos de U.E 111 y U.E 179, especialmente en contorno y morfología del cúbito y del radio. Se identificó una malformación en el desarrollo de las extremidades distales de manera bilateral, tanto en el lado derecho como izquierdo, en los dos individuos. En base a las características observadas en la morfología del desarrollo, se diagnostica Deformación o deformidad de Madelung

(D.M), una displasia ósea rara, descrita por William Robert Smith (1854), e identificada y acuñado el epónimo por Otto Wihelm Madelung (1879). Anton *et al* (1938) realizaron una interesante revisión de las aportaciones bibliográficas sobre esta deformación y que a día de hoy está ampliamente estudiada desde la pediatría, radiología y la endocrinología, entre otras.

Las displasias esqueléticas son trastornos genéticos intrínsecos al hueso que dan lugar a errores generalizados en la forma y moldeamiento del mismo. Se clasifican, atendiendo a los desórdenes morfológicos y radiológicos, en *osteodisplasias* (alteraciones primarias en la consistencia e integridad del hueso) y *condrodiasplasias* (anomalías primarias del hueso y cartilago). El 95% de los casos da hipocrecimiento desproporcionado, especialmente las osteocondrodiasplasias con defecto de huesos tubulares y de la columna. Estos pacientes presentarían talla baja extrema, historia familiar muy evocadora, proporciones corporales anormales y alteraciones de las extremidades y del tronco (López *et al.*, 2013; Argente, 2016)

La D.M se expresa a través de una alteración del crecimiento de la epífisis de los cúbitos y radios, que conlleva a su arqueamiento y progresivo acortamiento (Fig. 2). La disarmonía se produce tempranamente en



Fig.2. Cúbitos y radios en articulación de U.E 168 (normal), U.E 179 y U.E 111. Nótese la inclinación cubital de los radios y el hundimiento del espacio para el semilunar. A mayor inclinación, mayor atrofia de la mano hacia la izquierda del eje longitudinal del extremo distal del radio. / Ulnae and radii of E.U. 168 (normal case), E.U. 179 and E.U. 111. Note the ulnar inclination of the radii and the sinking of the space for the lunate. The greater the inclination, the greater the atrophy of the hand to the left of the longitudinal axis of the distal end of the radius.

los centros de osificación de los cartílagos metafisarios. Así, la D.M puede manifestarse a partir de los 7 años y con claridad a los 14, ya que es cuando se completa la osificación de cúbito y radio (Zabala *et al.*, 2007). El antebrazo es un sistema óseo par, por lo que el cierre de la fisis de uno de ellos interfiere en el crecimiento del otro, de manera restrictiva, dando un acortamiento del miembro. Al final del desarrollo, el crecimiento longitudinal de los huesos ya estará comprometido, prosiguiendo con su característica oblicuidad de las epífisis distales. Las alteraciones esqueléticas, dado que el hueso es el órgano diana de los factores de crecimiento, puede estar acompañada de la *talla baja*. La talla baja es una condición en la cual la altura de un individuo se sitúa dos desviaciones estándar por debajo del promedio poblacional esperado. No se trata de una enfermedad en sí misma, pero como veremos en los casos que nos ocupan, si es un marcador de patologías subyacentes y estrechamente relacionado con la haploinsuficiencia del gen SHOX y la manifestación de la D.M (Pombo *et al.*, 2011; Castro *et al.*, 2005).

Esta desorganización de la anatomía articular genera cambios artríticos y toda una serie de remodelación óseas en los huesos implicados, por lo que es común identificar otras deformaciones colaterales, no adscritas a la D.M, pero muy llamativas para adquirir una utilidad funcional con los movimientos de extensión/supinación y utilidad de la propia mano (Canelon, 1980; LyPen-Andreu, 2014). Esta respuesta del sistema celular óseo para adaptarse a la malformación, es la misma que llevaría al hueso a reestructurar su cuerpo después de un traumatismo, o una enfermedad osteodegenerativa provocada por alguna infección bacteriana o vírica. Es aquí donde se identifican varias causas adquiridas que pueden ocasionar una deformación tipo Madelung o *pseudodeformidad*, generándose cierta controversia al respecto. Así tenemos factores etiológicos como la nutrición de los pacientes, insuficiencia vascular que afecta al pedículo interóseo de la fisis radial distal, alteraciones musculares, bandas fibrosas que comprimen la zona distal del radio, factores de origen neurológico, causas de naturaleza traumática o infecciosa y diferentes síndromes o enfermedades como la acondroplasia, la exóstosis múltiple, la enfermedad de Ollier, el síndrome de Turner (de origen endocrino), la discondrosteosis o la mucopolisacaridosis (Vergara-Dávalos, 2014).

El caso que tratamos, es la manifestación congénita de una condrodisplasia muy concreta de los antebrazos y manos cuyos elementos distintivos son la bilateralidad, su manifestación heterocigótica en los individuos emparentados, la subluxación y las posteriores remodelaciones óseas. La bilateralidad y su manifestación es debido al tipo de transmisión autosómico-dominante, la cual presenta una alta penetrancia, pero una expresividad muy variable. La manifestación homocigótica llegaría a Síndromes más complejos como Turner, y en heterocigosis son mucho menos extremas (Clement *et al.*, 2000). La D.M bilateral es por tanto congénita y es

una manifestación de síndromes más complejos (displasias óseas, cromosomopatía X0 o mutaciones en el Gen SHOX). Una displasia ósea bien conocida y asociada a D.M, es la Discondrosteosis de Léri-Weill (DLW) (1929). Esta es una displasia hereditaria por haploinsuficiencia del gen SHOX (Short Stature Homebox) (Belin *et al.*, 1998; Binder *et al.*, 2004) y clínicamente se caracteriza por presentar la D.M, enanismo mesomélico, *genu recurvatum* y facies mongoloides entre otros signos. Se observa inteligencia normal y a veces se relaciona con anomalías vertebrales (Dinamarca *et al.* 2012). Se relaciona además con la inmovilidad de la muñeca, la cual viene acompañada de parestesias dolorosas, motivadas verosimilmente por un atrapamiento del nervio mediano en el túnel del carpo (LyPen-Andreu, 2014).

Como propuestas diagnósticas actualizadas, se considera que en individuos con D.M se presenta una anomalía en el ligamento de Vickers y/o en el ligamento radiotriquetral. Este se describe como una fibra gruesa que comienza en la región metafisaria ulnovolar del radio y se adhiere al semilunar y al fibrocartilago triangular (Vickers-Nielsen, 1992). Esta "atadura" hace que el carpo asuma una disposición triangular característica y, además, puede contribuir a la detención del crecimiento parcial de la fisis secundaria a un proceso compresivo (Vergara-Dávalos, 2014). En relación a esto, en la bibliografía más reciente, se han diferenciado dos grupos de D.M: la verdadera y la *pseudodeformidad* de Madelung, los cuales se diferencian en un solo rasgo: la presencia o ausencia del ligamento de Vickers y/o de un ligamento radiotriquetral anómalo o hipertrófico (Fernández *et al.*, 2021; Ali *et al.*, 2015; De Lucio *et al.*, 2020; Hanson *et al.*, 2019). Se entiende exclusiva su presencia en aquellos individuos con D.M. verdadera y no en las deformidades de Madelung. Según Ali *et al.* (2015), el ligamento de Vickers se puede usar para diferenciar la deformidad de Madelung verdadera de las deformidades de tipo Madelung derivadas de traumatismos o exostosis hereditarias múltiples, pero como veremos más adelante, este rasgo no parece ser tan exclusivo. Finalmente, desde 2005 se aplican cuatro medidas radiográficas fiables para el diagnóstico de la D.M y que están basadas en la inclinación cubital del carpo, el descenso del semilunar, el ángulo de la fosa semilunar, y el desplazamiento volar del carpo (McCarroll *et al.*, 2005). En la actualidad esta displasia radiocubital se considera poco frecuente, sin atender a su etiología. Al menos hasta 2019, la D.M bilateral se encontraba recogida como una enfermedad rara, pero a día de hoy ha quedado obsoleta de la nomenclatura de Orphanet (anteriormente identificada con el código ORPHA 295223). Actualmente tiene una incidencia del 1,7 % dentro de las diferentes deformidades de la mano, adquirida de manera congénita (Ullici *et al.*, 2017), siendo bilateral en el 50-66% de los pacientes.

Esta deformación bilateral es un caso excepcional en yacimientos arqueológicos ya que solo se han identificado 10 casos en la bibliografía internacional (Titel-

baum, 2015) desde el punto de vista paleopatológico. De estos diez casos, el primero de ellos descrito por T. Anderson y A. R. Carter (1995), tres han sido diagnosticados en yacimientos arqueológicos españoles. Se han identificado casos de D.M en Andalucía (Cádiz), Baleares (Mallorca) y Murcia, de épocas romana, talayótica y musulmana respectivamente. Así tenemos un primer caso referido a un esqueleto talayótico (siglos III-II a.C) estudiado por Campillo y Malgosa, (1991); otro esqueleto localizado en una necrópolis del sureste peninsular, musulmana del siglo XI-XIII d.C, estudiado y presentado por Campo *et al.*, (1996) y el que presentara Fernández de Gala (2001) sobre la D.M de un individuo femenino del Siglo I localizado en Cádiz.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el interior de la Tumba 27 se localizaron los restos del Individuo U.E 179. Se trata de una persona adulta madura, mayor de 55 años, sexo y estatura indeterminadas (Fig. 3). Los rasgos observados en el cráneo, el cual está bastante fragmentado, no se consideran suficientes para determinar el sexo de esta persona con mayor probabilidad. Solo se dispone de clavículas, cúbitos y radios completos para establecer una orientación en cuanto al sexo. La clavícula (130 mm) es de tamaño femenino, y el cúbito y radio son inválidos para su estimación debido a la displasia que padecía este individuo. Se presenta la misma problemática para el cálculo de la estatura. Para la estimación de la edad, se observa el grado de abrasión dental (mayor de 45), el grado de obliteración craneal (solo disponible sutura coronal), calcificaciones (no presentes) y disminución de la densidad ósea y lesiones osteodegenerativas (leve). Se establece para el individuo 179, una edad mayor de 55 años a la hora de la muerte. En relación a otras patologías que pudieran estar vulnerando la calidad de vida de esta persona, se observan lesiones discuales en la vértebras cervicales y lumbares, con desarrollo leve de osteofitos y Nódulos de Schmörl. Consideramos que estas lesiones están más relacionadas con la edad del

individuo que por anomalía congénita. Por otro lado, el acceso al endocraneal ha permitido visualizar un orificio fistuloso en occipital (lado izquierdo) y que nada tiene que ver con las marcas de carácter póstumas. Se trata de un pequeño orificio de origen desconocido donde se presenta activa un proceso de regeneración ósea. Para la estimación de la edad aplicamos un compendio de métodos válidos y clásicos aplicados en la ciencia de la antropología física. Entre ellos observamos las superficies auriculares (Todd, 1921), calcificación de la glándula tiroidea según el método de Vlcek (1980) (cit. Krogman e Iscan, 1988), obliteración de suturas craneales (Todd *et al.*, 1924; Martin, 1928; Olivier, 1960), desarrollo óseo y dental (Ubelaker, 1989) además de la aplicación de fórmulas y estimaciones procedentes de herramientas digitales más avanzadas.

En el interior de la Tumba 1, se identifican los restos de U.E 111. Se trata de un individuo masculino adulto joven (menor de 30 años) (Fig. 3). Mediante el grado de abrasión y erupción dental, los cambios morfológicos en las sínfisis y estado de fusión epifisiaria, junto con suturas craneales, se establece una edad comprendida entre los 25 y los 29 años a la hora de la muerte. Para la estimación del sexo aplicamos la metodología métrica de Murail *et al.* (2005). Aplicando la fórmula de Fully y Pineau (1960), y suponiendo que no se repite displasia en articulación tibia-peroné, se obtendría una estatura de 152.77 ± 2.35 cm. Aplicando la metodología de Genovés (1967) para calcular la proporcionalidad entre huesos largos y la estatura, se obtienen resultados similares, oscilando esta entre 1.41 (según apendicular superior) y 1.52 m, en caso masculino.

La D.M, en ninguno de estos casos, estaría comprometiendo la longevidad de los individuos ya que estas personas sobrevivieron aparentemente sanas con su disfunción. El desarrollo de nuevas superficies articulares radiocubitales así lo demuestran. Otras respuestas observadas en el tejido óseo de U.E 111, están relacionadas con un Síndrome Criboso. Este síndrome está ocasionado por episodios anémicos o de desnutrición



Fig.3. Unidades funerarias de U.E 111 y U.E. 179 localizadas durante la excavación de la necrópolis de La Clínica (Calahorra). / Funerary units of E.U. 111 and E.U. 179 located during the excavation of the necropolis of La Clínica (Calahorra).

y también por déficit de magnesio, al tiempo que se manifiestan en forma de procesos poróticos como *criba orbitalia* y *criba femoral*. La criba femoral, de mayor envergadura que la identificada en órbitas, podría ser una respuesta a niveles deficitarios de magnesio en el momento de la maduración del hueso, de torno a los 18 años (Kenney *et al.*, 1994). La escasa protuberancia de las inserciones musculares en los huesos de apendicular superior, está directamente relacionada con la deformidad de Madelung. No obstante, la regeneración de carrillas auxiliares le permitirían mantener la funcionalidad del motriz. Esta persona podría ejercer cualquier tipo de actividad a pesar de su estatura y de que sus extremidades fueran mucho más cortas. Prueba de ello son las marcas de estrés identificadas en los huesos del tercio inferior que se conservan. Especialmente en la columna vertebral y coxales. Se ha observado igualmente una osteocondritis disecante en la articulación de la cabeza femoral con el acetábulo izquierdo, lordosis y algunas lesiones lumbares de origen traumático por sobrecargas.

Para obtener las medidas de los huesos hemos utilizado el método antropométrico de Martin y Saller (1957), adaptado de Navarro, C. y Arredondo, C. (2020). Se expondrán las medidas tomadas de los húmeros, cúbitos y radios de U.E 111, 168 y 179. El estado de conservación de los restos nos obliga a seleccionar los más íntegros para hacer la métrica y las observaciones morfológicas. Se añaden los huesos del individuo U.E 168, localizados en la Clínica en el interior de la Tumba 26, como aporte de un referente anatómico normal. U.E 168 es una mujer de 45-50 años y 1.55 m. de estatura a la hora de la muerte. Dado que se trata de una deformidad bilateral, extrapolamos las

conclusiones para ambos lados, aunque expondremos los resultados obtenidos de la lateralidad más oportuna. Así, se usarán los huesos derechos de los cúbitos y radios de U.E 179 y U.E 168, mientras que U.E 111 serán los izquierdos. Los húmeros utilizados corresponden a lateralidad izquierda para U.E 168 y 179, mientras que será el lado derecho de la U.E 111 el que nos sirva para las observaciones morfológicas y osteométricas.

3. RESULTADOS

A continuación, se detalla el estudio osteométrico de los húmeros, cúbitos y radios de los individuos afectados, junto a las mediadas de U.E 168 como referente normal (Tablas 1, 2 y 3).

En cuanto a los cambios morfológicos observados en los húmeros de U.E 179 y U.E 111, se observa una degeneración del cóndilo humeral que viene ocasionado por la disfuncionalidad como superficie de inserción de ligamentos con el radio (anular del radio) (Fig. 4). La tuberosidad deltoides del húmero izquierdo de U.E 179, junto a las prominencias de la tuberosidad coracoidea observadas en las clavículas (Fig. 5), denotan unos hombros fuertes y muy desarrollados a pesar de su pequeño tamaño. La reducción de la movilidad del antebrazo por codo y muñeca, sería compensado con un desarrollo intenso de la articulación del hombro. La tuberosidad bicipital en el radio de U.E 111 (inserción del tendón del bíceps) está escasamente desarrollado, redondeado y con pocas aristas, lo que demarca un músculo bíceps braquial débil y poco ejercido en los movimientos de flexión del codo y supinación del antebrazo para girar la palma de la mano hacia arriba.

ID	LM	DVC	DLD	DMMD	DALT	ASL	AED	DVEP	DHC	AEP	DBET
168	285.5	-	16.31	18.81	16.30	37.30	53.15	41.80	-	-	23.42
111	273.8	43.19	16.11	19.23	19.64	39.59	57.88	46.74	39.03	42.86	23.02
179	-	-	14.88	19.30	17.99	23.94	56.86	-	-	-	23.13

Tabla 1: Osteometría en mm de los húmeros izquierdos de U.E 168 y 179, y derecho de U.E 111. Longitud máxima (LM), Diámetro vertical de la cabeza (DVC), Diámetro mínimo de la diáfisis (DLD), Diámetro máximo de la mitad de la diáfisis (DMMD), Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea (DALT), Anchura de la superficie lateral (ASL), Anchura de la epífisis distal (AED), Diámetro vertical de la epífisis proximal (DVEP), Diámetro horizontal de la cabeza (DHC), Anchura de la epífisis proximal (AEP), Diámetro del borde externo de la tróclea (DBET). / Osteometry in mm of the left humerus of U.E 168 and 179, and right of U.E 111. Maximum length (LM), Vertical diameter of the head (DVC), Minimum diameter of the diaphysis (DLD), Maximum diameter of the mid-diaphysis (DMMD), Minimum anteroposterior diameter of the trochlea (DALT), Width of the lateral surface (ASL), Distal epiphysis width (AED), Vertical diameter of the proximal epiphysis (DVEP), Horizontal diameter of the head (DHC), Width of the proximal epiphysis (AEP), Diameter of the outer edge of the trochlea (DBET).

ID	LM	DCM	DLC	DLT	DMMD	DLMD	AMED	AED	ASA	AME	AMS
168	219.5	19.61	-	14.60	15.93	13.81	29.45	28.62	25.62	12.99	14.17
111	169.0	21.35	-	14.89	17.68	13.68	37.78	28.12	23.64	13.62	12.74
179	142.3	18.06	10.87	13.34	16.80	14.72	30.49	24.66	23.34	12.17	11.70

Tabla 2: Osteometría en mm de los radios derecho de U.E 168 y 179 e izquierdo de U.E 111. Longitud máxima (LM), Diámetro máximo de la cabeza (DCM), Diámetro mínimo de la cabeza (DLC), Diámetro mínimo de la tuberosidad (DLT), Diámetro máximo en la mitad de la diáfisis (DMMD), Diámetro mínimo (perpendicular a DMMD) en la mitad de la diáfisis (DLMD), Anchura máxima de la epífisis distal (AMED), Anchura del extremo distal (AED), Anchura de la superficie articular (ASA), Anchura máxima de la carilla articular con el escafoide (AME), Anchura máxima de la carilla articular con el semilunar (AMS). / Osteometry in mm of the right radii of U.E 168 and 179 and left radius of U.E 111. Maximum length (LM), Maximum diameter of head (DCM), Minimum diameter of head (DLC), Minimum diameter of tuberosity (DLT), Maximum diameter at mid-diaphysis (DMMD), Minimum diameter (perpendicular to DMMD) at mid-diaphysis (DLMD), Maximum width of the distal epiphysis (AMED), Width of the distal end (AED), Width of the articular surface (ASA), Maximum width of the articular facet with the scaphoid (AME), Maximum width of the articular facet with the lunate (AMS).

ID	LM	HLEP	HEP	HtEP	HCGL	ALCG	AO	AtED	ASED	DMMD	DLMD	DLD
168	238.0	35.82	34.78	21.83	11.95	17.92	22.71	13.82	18.58	15.71	14.67	10.77
111	178.5	39.16	34.23	22.61	7.27	16.37	23.14	16.89	20.05	13.82	16.06	12.21
179	169.9	42.65	37.71	22.29	13.42	23.13	-	14.51	18.41	18.67	12.69	12.40

Tabla 3: Osteometría en mm de los cúbitos derecho de U.E 168 y 179 e izquierdo de U.E 111. Longitud máxima (LM), Altura mínima de la epífisis proximal (HLEP), Altura de la epífisis proximal (HEP), Altura transversa de la epífisis proximal (HtEP), Altura de la cavidad glenoidea menor (HCGL), Anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor (ALCG), Anchura del olécranon (AO), Anchura transversal de la epífisis distal (AtED), Anchura sagital de la epífisis distal (ASED), Diámetro máximo en la mitad de la diáfisis (DMMD), Diámetro mínimo en la mitad de la diáfisis (perpendicular a DMMD) (DLMD), Diámetro mínimo del tercio inferior de la diáfisis (DLD). / Osteometry in mm of the right ulnae of U.E 168 and 179 and left ulnae of U.E 111. Maximum length (LM), Minimum height of the proximal epiphysis (HLEP), Height of the proximal epiphysis (HEP), Transverse height of the proximal epiphysis (HtEP), Height of the lesser glenoid cavity (HCGL), Minimum width of the greater glenoid cavity (ALCG), Olecranon width (AO), Transverse width of distal epiphysis (AtED), Sagittal width of distal epiphysis (ASED), Maximum diameter at mid-diaphysis (DMMD), Minimum diameter at mid-diaphysis (perpendicular to DMMD) (DLMD), Minimum diameter of lower third of diaphysis (DLD).

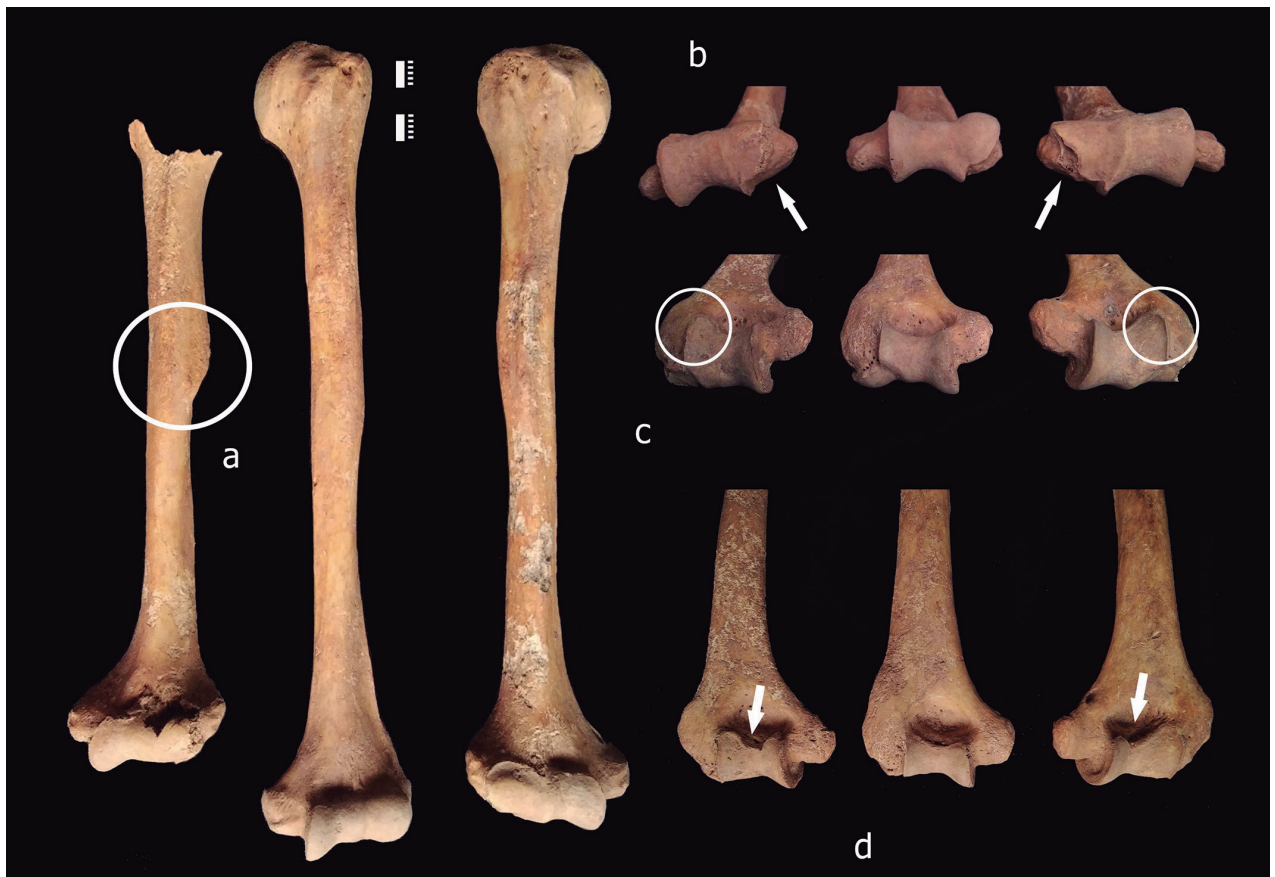


Fig.4. Anatomía ósea de los húmeros de U.E 179, 168 (lados izquierdos) y 111 (derecho) respectivamente. (a) Superficie anterior, nótese inserción muscular deltoidea en U.E. 179. (b) Extremidad distal vista desde abajo, nótese la degeneración del cóndilo humeral tanto en U.E 179 como en U.E 111. (c) Extremidad distal desde abajo por superficie dorsal, nótese prominencia del borde lateral de la tróclea humeral de U.E 179 y U.E 111. (d) Extremidad distal desde superficie dorsal, nótese el hundimiento del reborde superior de la tróclea humeral de U.E 179 y U.E 111. / Bone anatomy of the humeri of U.E 179, 168 (left sides) and 111 (right) respectively. (a) Anterior surface, note deltoid muscle insertion in U.E. 179. (b) Distal extremity viewed from below, note degeneration of the humeral condyle in both U. E 179 and U.E 111. (c) Distal extremity from below by dorsal surface, note prominence of lateral border of humeral trochlea of U.E 179 and U.E 111. (d) Distal extremity from dorsal surface, note subsidence of superior ridge of humeral trochlea of U.E 179 and U.E 111.

El cuello del radio derecho de U.E 179 está estrangulado y atrofiado con respecto al izquierdo. Esto reduciría notablemente, si no absolutamente, los giros de pronación/supinación en los movimientos articulares del codo, especialmente con el antebrazo derecho. En la extremidad distal de ambos radios se han producido remodelaciones opuestas en respuesta a la subluxación con el cúbito. Por un lado, en U.E 179 la carilla

articular para el cúbito está atrofiada por subluxación y por otro lado en U.E. 111, se ha producido una regeneración ósea proporcionando una cara articular para el cúbito. Ambas respuestas bilaterales, pero muy diferentes en los dos individuos. Esto explica nuevamente la incapacidad de movimiento de la U.E 179 y la posible agilidad que tendría U.E 111 en los movimientos de muñeca (Fig.6).



Fig.5. Cara caudal o inferior de las clavículas derecha e izquierda. Nótese tuberosidad caracoidea de la clavícula izquierda de U.E 179. / Caudal or inferior aspect of the right and left clavicles. Note caracoid tuberosity of the left clavicle of U.E 179.



Fig.6. Anatomía ósea de los radios derechos de U.E 179 y 168 e izquierdo de U.E 111 respectivamente. (a) Cara anterior del radio, nótese la reducción de la apófisis estiloides, el acortamiento y oblicuidad de la epifisis distal del radio de U.E 179 y U.E 111, el cual también presenta escasa prominencia de la tuberosidad bicipital, (b) Vista superior de extremidad proximal, nótese la deformación de las epifisis proximales por pérdida de circunferencia articular y por tanto de funcionalidad giratoria, (c) Vista inferior de extremidad distal, nótese atrofia en U.E 179 y eburnación ósea en UE.111. / Bone anatomy of the right radius of U.E 179 and 168 and left radius of U.E 111 respectively. (a) Anterior face of the radius, note the reduction of the styloid process, the shortening and obliquity of the distal epiphysis of the radius of U.E 179 and U. E 111, which also presents scarce prominence of the bicipital tuberosity, (b) Superior view of proximal extremity, note the deformation of the proximal epiphyses due to loss of articular circumference and therefore of rotational functionality, (c) Inferior view of distal extremity, note atrophy in U.E 179 and bone eburnation in UE.111.

Las pendientes radiales de las extremidades distales de los radios (derecho e izquierdo) de Ind. 179 y 111 son: 40.9°, 42°, 18.7° y 25° respectivamente, lo que indica que el individuo 179, presentaba además atrofia

de las dos manos (desviación de las manos), mientras que el ind. 111 presentaba una ligera desviación de la muñeca izquierda, pero ambas manos dentro de la normalidad (DiBenedetto *et al.*, 1990). Según DiBenedetto

la media normal para este ángulo está en 23° (margen de 15-35°). Dicho acortamiento e inclinación distal del radio en U.E 179, estaría ocasionando una disposición del carpo similar a lo que sucede con la deficiencia longitudinal preaxial, o mano zamba radial. Además, dicha constricción estaría ocasionando lesiones en las arterias del carpo, provocando una necrosis del semilunar en su hundimiento. La necrosis y deformación del semilunar sugieren una enfermedad de Kienböck, estrechamente relacionada con D.M (Arora-Chung, 2006), la cual estaría producida traumáticamente de modo que el hueso grande empuja al semilunar en dorsiflexión (Fig. 7). Las cargas del piramidal se estarían transfiriendo al

semilunar generando la necrosis del mismo por falta de riego, perdiendo funcionalidad y su morfología original.

Otro factor que pudiera estar empeorando la movilidad de U.E 179 serían las patologías osteodegenerativas asociadas a la edad. Los radios de U.E 179 presentan, además, en su cara anterior de la articulación radiocubital inferior, una escotadura sigmoidea deformada, por la que asciende un canal ancho y profundo de manera bilateral. Esta cavidad elíptica, ancha y profunda, a nivel de la inserción del ligamento interóseo es un elemento diagnóstico de D.M o al menos así se repite en los diferentes paralelos o casos estudiados (Fig. 8).

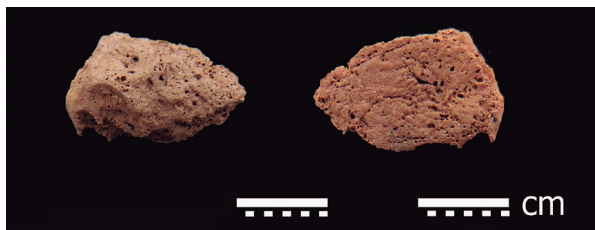


Fig.7. Necrosis del hueso semilunar de U.E 179, vistas superior e inferior. / Necrosis of the lunate bone of U.E 179, superior and inferior views.



Fig.8. Bilateralidad de Deformidad de Madelung en los radios izquierdo y derecho de U.E 179 y U.E 111. Nótese la magnitud de área de inserción del ligamento de Vickers, presente bilateralmente en U.E 179 pero ausente en U.E. 111, el cual manifiesta la formación extra de carillas articulares. / Bilaterality of Madelung's Deformity in the left and right radii of E.U. 179 and E.U. 111. Note the magnitude of Vickers ligament insertion area, present bilaterally in E.U. 179 but absent in E.U. 111, which manifests the extra formation of articular facets.

Justo por encima de la escotadura sigmoidea esta cavidad da continuidad a la cresta interósea, con una capa de nueva formación ósea en su suelo. Esta, es similar a la fosa romboidea, lo que sugiere que podría ser consecuencia de una marcada tensión a nivel de la inserción del ligamento interóseo (Campo *et al.*, 1996; Canci *et al.*, 2002). Según Vickers y Nielsen (1992) se trata del ligamento de Vickers (o ligamento radiosemilunar), el cual es una banda fibrosa de aproximadamente 0,5cm de grosor, que se localiza en el lado palmar y que va desde el radio hasta el semilunar.

El cierre prematuro de la fisis del cúbito en U.E 111 y U.E 179 parece ser el responsable de la restricción del crecimiento del radio, además de su deformación angular (Fig. 9). En términos generales, los cúbitos afectados, presentan un acortamiento significativo y una curvatura menos pronunciada que en los radios. En U.E 179 se ha producido un descenso de la escotadura radial, mientras que en U.E 111 se presenta mucho más reducido. En su extremidad distal, articular con el radio, U.E. 111 ha desarrollado una carilla articular en la cabeza del cúbito perdiendo la circunferen-

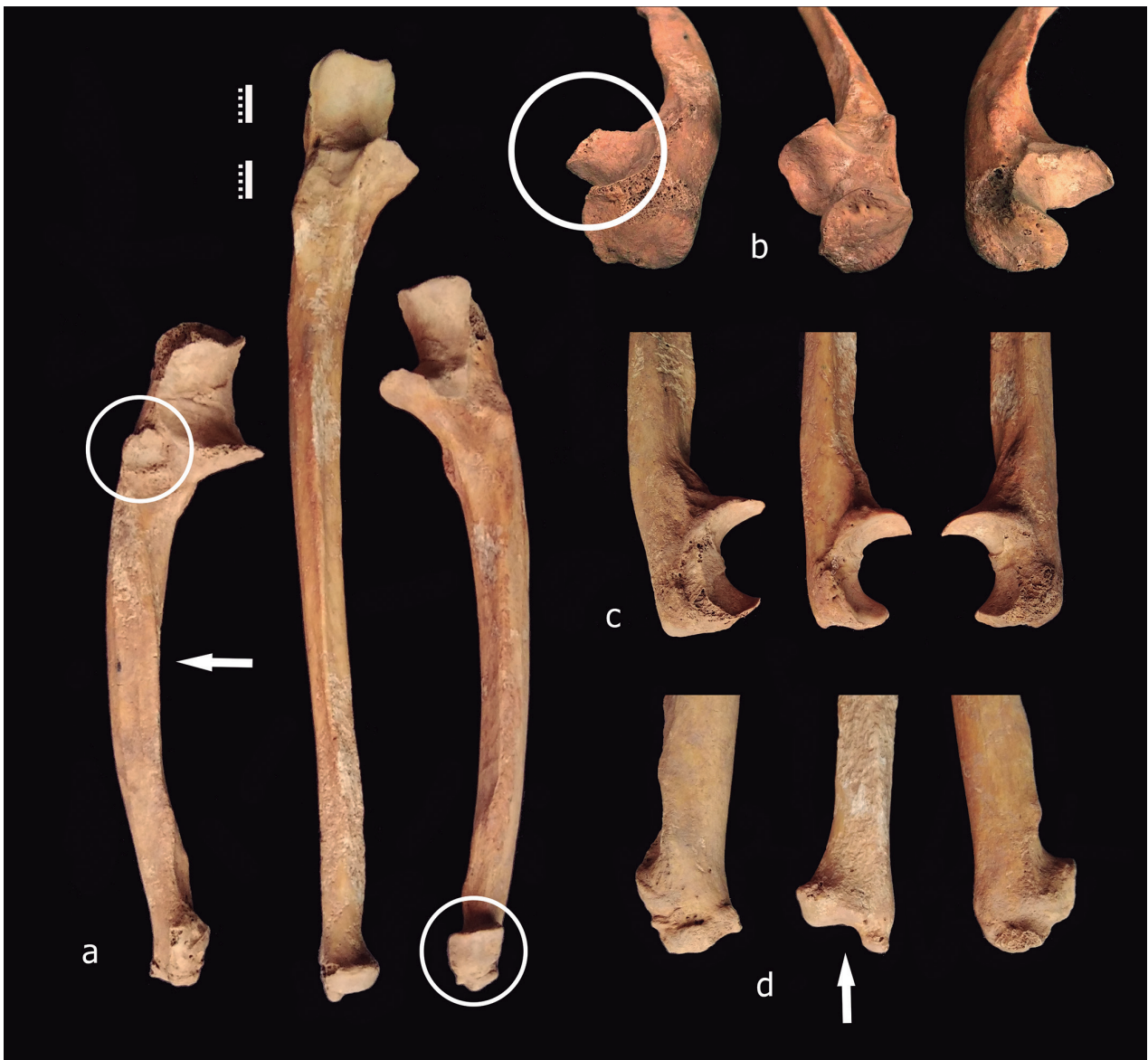


Fig.9. Anatomía ósea de los cúbitos derechos de U.E 179 y U.E 168 e izquierdo de U.E 111 respectivamente. (a) Vista radial de la superficie anterior, nótese el acortamiento y curvatura del hueso en U.E 179 y U.E 111. Además, en U.E 179 se ha producido un descenso de la escotadura radial y en U.E 111 se observa desarrollo de una carilla articular, (b) vista superior de epífisis proximal, nótese reducción de apófisis coronoides en U.E 179, (c) Superficies dorsales de la extremidad proximal (d) Superficie dorsal de la epífisis distal, nótese pérdida del estiloides. / Bone anatomy of the right ulnae of U.E 179 and U.E 168 and left ulnae of U.E 111 respectively. (a) Radial view of the anterior surface, note the shortening and curvature of the bone in U.E 179 and U.E 111. In addition, in U.E 179 there is a decrease of the radial notch and in U.E 111 there is development of an articular cartilage, (b) superior view of proximal epiphysis, note reduction of coronoid process in U.E 179, (c) Dorsal surfaces of proximal extremity (d) Dorsal surface of distal epiphysis, note loss of styloid.

cia articular. Las remodelaciones óseas se extienden a la epífisis proximal, habiendo sufrido en U.E 179 una considerable reducción en apófisis coronoides, lo que posiblemente estuviera relacionada con subluxaciones a nivel del codo. La superficie dorsal de la extremidad proximal presenta pérdida de curvatura articular con respecto a la inclinación de la apófisis coronoides en U.E 179, también asociado a luxaciones. Tanto en UE 179, como en UE 111 se ha producido la pérdida del estiloides cubital.

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En las intervenciones arqueológicas realizadas en La Clínica (Calahorra) durante los años 2021 y 2022, se excavaron 28 tumbas altomedievales (S. XII- S.XIII, entre 1166-1266 Cal AD) las cuales pertenecían a un espacio funerario de carácter colectivo donde cada individuo fue enterrado en fosa simple. En las Tumbas 1 y 27, objeto de este estudio, se identificaron anomalías en los antebrazos de U.E 111 y U.E 179, especialmente en contorno y morfología de cúbitos y radios. En base a las características observadas en la morfología del desarrollo, se diagnosticó una Deformación o deformidad de Madelung, la cual está escasamente documentada en la bibliografía científica arqueológica. Esta displasia es consecuencia de un crecimiento desorganizado de la epífisis radial, lo que conlleva un arqueamiento del radio, una fusión prematura de la epífisis y un retraso en el desarrollo de la parte cubital y anterior de la epífisis radial distal. La D.M bilateral es congénita y es una manifestación de síndromes más complejos como Discondrosteosis de Léri-Weill o Langer. Dado que las tumbas de la Clínica están arrasadas en su tercio inferior, careciendo del registro de extremidades inferiores, esta malformación no se ha podido asociar a la DLW, que también afecta a tibias y peroné. Del mismo modo, la ausencia de un registro arqueológico completo de los huesos de la mano, impide ahondar en esta malformación identificada como rara y que podría estar manifiesta en esta necrópolis.

Además del crecimiento desorganizado de las epífisis en U.E 111 y U.E 179, se han observado, como efecto dominó, un buen número de remodelaciones en las facetas articulares de cúbito y radio, más allá de las manifestaciones óseas en las inserciones musculares de clavícula y húmero. El análisis morfológico y osteométrico de la D.M en los individuos U.E 179 y U.E 111 se presenta como un caso preciso para las observaciones de la remodelación de los huesos frente a la malformación de los huesos adyacentes, incluyendo otras variaciones en el sistema locomotor, como son músculos, tendones y ligamentos.

Queda de este modo demostrado el vínculo familiar en la distribución y organización de las inhumaciones en La Clínica, gracias al carácter congénito de la displasia. Queda igualmente comprobado que la respues-

ta celular ósea ante la misma haploinsuficiencia, viene afectado en su expresión por otras variables que afectan en el desarrollo celular y se plantea como una hipótesis que la displasia se hace más visible y limitante cuanto mayor es el individuo (los síntomas y la deformidad cursan en paralelo al desarrollo puberal) y no por ello su manifestación en heterocigosis debe entenderse como *pseudodeformación* o deformación verdadera.

Los cambios observados indican que la displasia tuvo lugar años atrás y generaría problemas biomecánicos en la articulación desde una edad temprana debido a las subluxaciones. Las inserciones musculares del individuo 179 en húmero y clavícula sugieren una intensa actividad del brazo a pesar de la mano zamba y la deformidad de los antebrazos, y por tanto una autonomía y supervivencia con una vida activa. Presentaría, no obstante, ciertos impedimentos en algunos movimientos, sobre todo en tareas manipulativas u otros movimientos complejos de la muñeca, contrarrestadas por un fuerte compromiso de la articulación escápulo-humeral. UE 111, por otro lado, presenta mayor riesgo de luxaciones a nivel de codo, lo cual, acompañado a unas inserciones musculares poco desarrolladas en húmero, denota una mayor minusvalía en flexiones de brazo. El compromiso vital de ambos individuos vendría condicionado por otros factores ajenos a sus limitaciones por la disfuncionalidad.

La ausencia de un registro del apendicular inferior, especialmente tibias, peroné y tarso, no nos permiten aclarar las limitaciones en la actividad motriz y su pertenencia a un cuadro típico de Discondrosteosis de Léri-Weill o Langer. Habría que profundizar si el estrangulamiento progresivo de los ligamentos (Vickers y/o de un ligamento radiotriquetral) se genera solo en los casos más severos, condicionado genéticamente, o si la edad de los sujetos es condicionante, ya que, como hemos podido observar en los casos de la Clínica, aun siendo parientes, uno presenta dicha anomalía y el otro no. No por esto consideramos que uno presente una D.M verdadera o *pseudodeformidad* ya que con ello desestimariamos el valor congénito de estos dos individuos. Ha quedado comprobado que ninguno de los casos que aquí se presentan están asociados a ningún traumatismo o exostosis hereditaria. Por lo tanto, no se puede establecer de manera arbitraria que la D.M sea deformidad verdadera, o una *pseudodeformidad* que pudieran pertenecer a diferentes etiologías.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la subvención del Instituto de Estudios Riojanos y al apoyo del Ayuntamiento de Calahorra. Mediante esta ayuda a los estudios científicos de temática riojana, se pudo realizar, entre 2021 y 2022, el proyecto "Restos de muerte, restos de vida: estudio antropológico de la necrópolis del yacimiento de la Clínica" llevado a cabo por Labrys Arqueología.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ali, S., Kaplan S., Kaufman, T., Fenerty, S., Kozin, S., Zlotolow, D.A., 2015. Madelung deformity and Madelung-type deformities: a review of the clinical and radiological characteristics. *Pediatric Radiology* 45,1856-1863.
- Anderson T., Carter, A.R., 1995. The first archaeological case of Madelung's deformity? *International Journal of Osteoarchaeology* 5, 168-173.
- Antoñanzas, A., 2001. La Chimenea. Necrópolis y conjunto termal. *Iberia, Revista de la Antigüedad* 4, 163-174.
- Argente J., 2016. Challenges in the Management of Short Stature. *Hormone Research in Paediatrics* 85(1), 2-10.
- Arora, A., Chung, K., 2006. Otto W. Madelung and the recognition of Madelung's Deformity. *The journal of hand surgery* 31(2), 177-182.
- Belin, V., Cusin, V., Viot, G., Girlich, D., Toutain, A., Moncla, A., Vekemans, M., Le Merrer, M., Munnich, A., Cormier-Daire, V., 1998. SHOX mutations in dyschondrosteosis (L'eri-Weill syndrome). *Nature Genetics* 19, 67-69.
- Binder, G., Renz, A., Martinez, A., Keselman, A., Hesse, V., Riedl, S.W., Häusler, G., Fricke-Otto, S., Frisch, H., Heinrich, J.J., 2004. SHOX haploinsufficiency and Leri-Weill dyschondrosteosis: prevalence and growth failure in relation to mutation, sex, and degree of wrist deformity. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89(9), 4403-4408.
- Campillo, D., Malgosa, A., 1991. Braquimelia en un esqueleto procedente de la necropolis Talayotica de 'S'illot des Porros' (Mallorca). *Actas del IX Congreso Nacional de Historia de la Medicina* (21, 22 y 23 de septiembre de 1989), Zaragoza, *Prensas Universitarias y Ayuntamiento de Zaragoza*, Vol. 4, 1179-1188.
- Campo, M., Robles, F.J., González, A. 1996. Un caso de deformidad de Madelung en la España Musulmana, In: Pérez-Pérez (Ed.), *Actas del III Congreso Nacional de Paleopatología. Salud, enfermedad y muerte en el pasado. Consecuencias biológicas del estrés y la patología*, 179-192. *Universiad de Barcelona*.
- Canelon, F., 1980. Deformidad de Madelung (discondrosteosis). *Revista Española de Cirujía* 15, 27-32.
- Castro-Feijoo, L., Quinteiro, C., Loidi, L., Barreiro, J., Cabanas, P., Arevalo, T., Diéguez, C., Casanueva, F., Pombo, M., 2005. Genetic basis of short stature. *Journal of endocrinological investigation* 28(5), 30-7.
- Canci, A., Marini, E., Mulliri, G., Usai, E., Vacca L., Floris, G., Borgognini S.M., 2002. A Case of Madelung's Deformity in a Skeleton from Nuragic Sardinia. *International Journal of Osteoarchaeology* 12, 173-177.
- Clement, M., Schiller, S., Rao, E., Blaschke, R.J., Zúñiga, A., Zeller, R., Robson, S., Binder, G., Glass, I., Strachan, T., Lindsay, S., Rappold, G., 2000. The short stature homeobox gene SHOX is involved in skeletal abnormalities in Turner syndrome. *Human Molecular Genetic* 9, 695-702.
- De Leucio, A., Castelein, S., Bellemans, M., Simoni, P., 2020. Radiotriquetral ligament in Madelung's deformity associated with Leri-Weill's dyschondrosteosis. *Cureus* 12(2), 7100.
- DiBenedetto, M.R., Lubbers, L.M., Roff, M.E., 1990. Qualification of error in measurement of radial inclination angle and radiocarpiano distance. *Journal of Hand Surgery* 16, 399-340.
- Fernández De la Gala, J.V., 2001. Deformidad de Madelung en un individuo femenino del siglo I hallado en Cádiz. En: *Campo Martín, M., Robles Rodríguez, F.J. (Eds.), Actas del VI Congreso Nacional de Paleopatología* (Madrid, España, 13-16 de septiembre 2001). ¿Dónde estamos? Pasado, presente y futuro de la Paleopatología, *Asociación Española de Paleopatología*, 289-297. *Universidad Autónoma de Madrid*.
- Fernández Navarro, L., Moya Sánchez, E., García Espinosa, J., 2021. Deformidad de Madelung en un niño con discondrosteosis de Léri-Weill. *Revista Colombiana de Reumatología* 30(4), 325-327.
- Fully, G., Pineau, H., 1960. Determination de la stature au moyen du squelette. *Annales de Médecine Légale* 40, 3-11.
- Genovés, S., 1967. Proportionality of the long bones and their relation to stature among mesoamericans. *American Journal of Physical Anthropology* 26, 67-77.
- Hanson, T.J., Murthy, N.S., Shin, A.Y., Kakar, S., Collins, M, S., 2019. MRI appearance of the anomalous volar radiotriquetral ligament In true Madelung deformity. *Skeletal Radiology* 48, 915-918.
- Kenney, M.A, McCay, H., Williams, L., 1994. Effects of magnesium deficiency on strength, mass, and composition of rat femur. *Calcified Tissue International* 54, 44-49.
- Krogman, W., Ischam, M., 1986. *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. Charles C. Thomas (Ed.) *Springfield, Illinois*.
- López-Siguero, J.P., García Cuartero, B., 2013. *Endocrinología Pediátrica. Manual Práctico*. Editorial Médica Panamericana.
- LyPen, D., Andreu, J.L., 2014. Madelung's deformity. *Reumatología Clínica* 10(2), 25-126.
- McCarroll, H.R., James, M.A., Newmeyer M.L. III., Molitor, F., Manske, P.R., 2005. Madelung's deformity: quantitative assessment of X-Ray deformity. *Journal of Hand Surgery, American versión* 30A, 1211-20.
- Madelung, O., 1878. Die spontane Subluxation der Hand nach vorne. *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft Chirurgie* 7, 359-376.
- Martin, R., 1928. *Lehrbuch der Anthropologie*, Jena.
- Martin, R., Saller, R K., 1957. *Lehrbuch der anthropologie. Systematischer darstellung mit besonderer berücksichtigung der anthropologischen methoden*. Band I. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart*.
- Murail, P., Bruzek, J., Houët, F., Cunha, E., 2005. DSP: A tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. *Bulletins et mémoires de la Societé d'Anthropologie de Paris* 17(3-4), 167-176.
- Navarro, C., Arredondo, C., 2020. Estimación sexual mediante huesos largos de las extremidades superiores para la población adulta prehispanica exhumada en Canimar Abajo, Cuba. *Revista Española de Antropología Física* 41, 18-27.
- Olivier, G., 1960. *Pratique Anthropologique*. Vigot Frères (Ed.), Paris.
- Pombo, M., Castro-Feijóo, L., Cabanas, P., 2011. El niño de talla baja. *Protocolos diagnósticos y terapeuticos en pediatría* 1, 236-54.
- Sáenz de Haro, T., 2011. *Edad Media*. Pérez Carazo, P., (col.). En: *Martínez, J.L., González Sota, R., (Eds.) Historia de Calahorra*, Cinca, 165-228. *Amigos de la Historia de Calahorra*.

Sekiya, J.K., Jebson, P.J., Louis, D.S., 1997. Hereditary disorders with maladies of the wrist and elbow. *Iowa Orthopedic Journal* 17, 147-150.

Smith, R. W., 1854. *Treatise on Fractures in the Vicinity of Joints and on Certain Forms of Accidental and Congenital Dislocations*. New York & Dublin, Chapter VII, 238-255.

Titelbaum, A., Ibarra, B., Naji, S., 2015. Madelung's deformity and possible Léri-Weill dyschondrosteosis: Two cases from a Late Intermediate period tomb, Ancash, Peru. *International Journal of Paleopathology* 9, 8-14.

Todd, T.W., 1921. Age changes in the pubic bone. The interpretation of variations in the symphyseal area. *American Journal of Physical Anthropology* 4, 407-424.

Todd, T., Wingage, D., Lyon, J.R., 1924. Endocranial suture closure. Its progress and age relationship. Part I. Adult males of white stock. *American Journal of Physical Anthropology* 7(3), 325-384.

Ubelaker, D., 1989. *Human Skeletal Remains. Excavation, analysis, interpretation*. Taraxacum, Washington.

Ulici, A., Florea, D.C., Tevanov, I., Zaharie, D., Carp. M., 2017. Surgical Treatment of a Rare "Reverse" Madelung Deformity in 11 Years Female Patient. *Chirurgia (Bucur)* 112,72-6.

Vergara-Amador, E., Dávalos Herrera, D., 2014. Deformidad de Madelung, a propósito, de una serie de casos. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, Vol. 28, 2. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Vickers D, Nielsen G., 1992. Madelung Deformity: Surgical prophylaxis (physiolysis) during the late growth period by resection of the dyschondrosteosis lesion. *Journal of Hand Surgery, British volume* 17(4), 401-407.

Leri A, Weill J., 1929. Une affection congénitale et symétrique du développement osseux: la dyschondrosteose. *Bulletin et Memoires de la Societe Medicale des Hopitaux de Paris* 53, 1491-1494.

Zebala L, Manske P, Goldfarb C., 2007. Madelung's Deformity: A Spectrum of Presentation. *Journal of Hand Surgery* 32, 1393-401.