



CAMBIOS MORFOLÓGICOS ÓSEOS EN LA COLUMNA VERTEBRAL DE CAZADORES-RECOLECTORES DEL EXTREMO MERIDIONAL DE LA CUENCA DEL PLATA (ARGENTINA)

BONE MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE VERTEBRAL COLUMN OF HUNTER-GATHERERS FROM THE SOUTHERN EXTREME OF LA PLATA BASIN (ARGENTINA)

*Bárbara Mazza*¹

Diversos factores biológicos y mecánicos producen cambios morfológicos en las superficies articulares de la columna vertebral, algunos de carácter patológico. El objetivo de este trabajo es determinar los factores que interactuaron en la presencia y distribución de osteofitos marginales, nódulos de Schmörl y enfermedad degenerativa del disco en los cuerpos vertebrales, y de osteofitos marginales, porosidad, eburnación, remodelación de contornos y enfermedad degenerativa articular en las zigapófisis de los sectores cervicales, torácicos, lumbares y sacro de cazadores-recolectores del extremo meridional de la cuenca del Plata (Argentina). Se analizaron 41 individuos adultos de ambos sexos mediante pruebas estadísticas bivariadas, modelos lineales generalizados y análisis de componentes principales. Los resultados corroboran la etiología multifactorial. Los cambios óseos y patologías articulares están influenciados principalmente por la edad y, posiblemente, por factores genéticos. Además, la mayoría de los patrones de distribución de los cambios óseos corresponden al patrón esperado según la curvatura de la columna vertebral y a las presiones mecánicas impuestas por nuestra postura bípeda. No obstante, algunas diferencias entre los sexos y la presencia de algunos cambios óseos en adultos jóvenes (20-35 años) podrían deberse a una diferenciación en las actividades cotidianas con su inicio durante la adolescencia.

Palabras claves: vértebras, cazadores-recolectores, cambios óseos, modelos lineales generalizados, factores biológicos y mecánicos, Sudamérica.

Several biological and mechanical factors produce morphological changes in the spine's articular surfaces, some of a pathological order. This work aims to determine the factors that interacted in the presence and distribution of marginal osteophytes, Schmörl's nodules, and degenerative disc disease in the vertebral bodies, and of marginal osteophytes, porosity, eburnation, remodeling of margins, and degenerative joint disease in the zygapophyses of the cervical, thoracic, lumbar, and sacral sectors of hunter-gatherers from the southern extreme of La Plata basin (Argentina). Forty-one adult individuals of both sexes were analyzed through bivariate statistical tests, generalized linear models and principal component analysis. The results corroborate the multifactorial etiology. Age and, possibly, genetic factors influenced bone changes and joint pathologies. Also, most of the distribution patterns of bone changes correspond to the expected pattern according to the spine's curvature and the mechanical pressures imposed by our bipedal posture. However, some differences between the sexes and the presence of bone changes among young adults (20-35 years) could be due to a differentiation in daily activities with their onset during adolescence.

Key words: *Vertebrae, hunter-gatherers, bone changes, generalized linear models, biological and mechanical factors, South America.*

La columna vertebral está compuesta por dos tipos de articulaciones con distinta capacidad de movimiento. Las más móviles se denominan diartrosis o sinoviales y se encuentran en las facetas articulares de las zigapófisis; mientras que las que tienen una capacidad de movimiento más limitada se llaman cartilaginosa o anfiartrosis y están entre los cuerpos

vertebrales. Ambas están cubiertas por cartílago, cuya función es transmitir y distribuir las cargas, disminuir la fricción entre los huesos adyacentes de la articulación y absorber los impactos (Roberts y Manchester 2010). Los cuerpos vertebrales y, en segundo lugar, las zigapófisis transmiten las fuerzas compresivas axiales a lo largo de toda la columna vertebral; además, las

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL), Buenos Aires, Argentina. barbaramazza@conicet.gov.ar

facetar articulares proporcionan rigidez a movimientos de torsión y resistencia al desplazamiento lateral y anteroposterior de las vértebras (Jaumard et al. 2011). Luego de los 35 - 40 años de edad y a medida que la persona envejece, el cartílago, el disco intervertebral y los tejidos que los rodean comienzan a deteriorarse, propiciando la aparición de patologías conocidas como enfermedad degenerativa articular (EDA) en las zigapófisis y enfermedad degenerativa del disco (EDD) en los cuerpos vertebrales (Waldron 2019). Aparte de la edad, ambas patologías también están influenciadas por el movimiento, la genética, el peso corporal y los traumas (Zhang y Jordan 2010). A su vez, se ha propuesto que la EDA en las zigapófisis puede ser consecuencia de la disminución del espacio intervertebral producto de la EDD (Adams y Dolan 2012; Suri et al. 2011), aunque también se registró la relación inversa (Jaumard et al. 2011). Por otro lado, no hay una clara asociación entre estas patologías articulares y el género de los individuos. Sin embargo, algunos señalan que la EDA en las vértebras cervicales es más frecuente entre los hombres; en cambio, aquella en las vértebras lumbares sería más usual entre las mujeres (Gellhorn et al. 2012).

Si bien estas patologías se desarrollan a lo largo de toda la columna vertebral, el sector cervical, torácico y lumbar son afectados de diferente manera, ya que están sometidos a diferentes presiones mecánicas a causa de la curvatura de la columna vertebral y de las compresiones axiales ejercidas por nuestra postura bípeda (Bridges 1994; Gloobe 1977; Knüsel et al. 1997; Sofaer Derevenski 2000). La columna en posición vertical presenta dos curvaturas normales a diferencia de los cuadrúpedos; lordosis en la región cervical y lumbar y cifosis en la región torácica. El lado cóncavo de dichas curvaturas está sujeto a mayores presiones axiales; por lo tanto, suelen ser comunes los cambios óseos en C4-C6, T8-T10 y L2-L5, mientras que el menor impacto se observa en las vértebras cervicales y torácicas cercanas al centro de gravedad. Además, aquellas vértebras ubicadas en zonas de transición de segmentos vertebrales están impuestas a mayores cambios óseos debido a un incremento del estrés en los movimientos o por reducir o acentuar la curvatura vertebral. Tal es el caso de C7-T1, donde la columna vertebral cambia su función primordial de ser soporte de peso a privilegiar los movimientos de rotación y desde una curvatura anterior a una posterior. Por otro lado, el peso que acarrea la columna vertebral aumenta en sentido cráneo-caudal, provocando mayores cambios óseos en la región lumbar.

La EDA y la EDD se caracterizan por varios cambios morfológicos óseos con el fin de estabilizar y reparar la articulación (Buckwalter y Martin 2006; Waldron 2019). La degeneración del tejido conectivo estimula la formación de tejido óseo nuevo, generalmente en los márgenes de la articulación, conocido como osteofitos marginales (Aufderheide y Rodríguez-Martín 2006; Roberts y Manchester 2010; Van der Kraan y Van den Berg 2007). Si la producción de osteofitos marginales en los cuerpos vertebrales es excesiva, puede provocar la fusión de vértebras contiguas (anquilosis). Junto a este cambio morfológico pueden ocurrir nuevas formaciones óseas sobre la superficie articular y la aparición de porosidad. Además, las facetar articulares pueden presentar eburnación, producto del roce y consecuente pulimiento de las superficies óseas, luego de la completa destrucción del cartílago articular (Rogers y Waldron 1995).

Existe un consenso acerca de que la porosidad de los cuerpos vertebrales se debe a la inflamación de las fibras de Sharpey que sostienen el disco intervertebral en los platillos vertebrales (Waldron 2019). En cambio, para la porosidad de las zigapófisis se han propuesto diversas etiologías: una respuesta vascular frente a la degeneración o desnutrición del cartílago articular (Ortner 1968; Woods 1995 en Rothchild 1997) o una exposición del hueso trabecular por la constante fricción entre las carillas articulares (Merbs 1983 en Wren 2007:36). Otros investigadores desaconsejan su registro como variable para el diagnóstico de la EDA, ya sea porque no han encontrado una clara asociación entre ellas (Rothchild 1997; Sofaer Derevenski 2000) o por su posible confusión con daños tafonómicos en muestras arqueológicas (Luna et al. 2016; Rojas-Sepúlveda et al. 2008). Sin embargo, Wren (2007) encontró una correlación positiva entre la EDA y la porosidad; y estudios experimentales demostraron que la porosidad precede a la degeneración del cartílago articular, convirtiéndose en una característica de un desarrollo temprano de la EDA (Botter et al. 2011).

La ocurrencia aislada de algunos cambios morfológicos en las superficies articulares puede ser indicadora de otros procesos fisiológicos no patológicos (Weiss y Jurmain 2007). Los osteofitos marginales pueden ocurrir en articulaciones sanas como consecuencia del envejecimiento, de las presiones mecánicas ejercidas por nuestra postura bípeda y por factores genéticos (Gloobe 1977; Jurmain et al. 2012; Knüsel et al. 1997; Rogers y Waldron 1995; Van der Kraan y Van den Berg 2007). En este sentido, son

más frecuentes en personas mayores a 35 años y en los cuerpos vertebrales del sector cervical, últimas vértebras torácicas y lumbares (Gloobe 1977). Por otro lado, el crecimiento de un refuerzo óseo en los márgenes inferiores de las facetas articulares superiores o su extensión sobre la lámina son conocidos como remodelación del contorno (Knüsel et al. 1997; Rojas-Sepúlveda et al. 2008; Sofaer Derevenski 2000). Se relaciona a una respuesta plástica de las facetas articulares para mantener sus funciones de soporte y movimiento frente a un aumento de las presiones mecánicas, producto del colapso o compresión de los discos intervertebrales. Es así que se los han asociado con actividades que implican llevar peso sobre la espalda (Michael y Manolis 2020; Sofaer Derevenski 2000) o con los cambios en la curvatura de la columna vertebral (Knüsel et al. 1997).

Otro cambio óseo en los cuerpos vertebrales son las hernias de disco. Los cuerpos vertebrales están separados por discos, compuestos por un tejido gelatinoso conocido como núcleo pulposo, rodeado por anillos de fibrocartilago (anillo fibroso) (Gloobe 1977). Las presiones ejercidas por nuestra postura erecta y las actividades, junto al avance etario, producen cambios degenerativos en los discos intervertebrales. Estos cambios implican la sequedad del núcleo pulposo y su pérdida de flexibilidad, derivando en la rotura del anillo fibroso y en la salida de núcleo pulposo por alguna de sus fisuras, fenómeno conocido como hernia de disco (Gloobe 1977). Si el prolapsos se produce hacia la región posterior del cuerpo vertebral, puede presionar alguno de los nervios causando entumecimiento o debilidad en los miembros inferiores, mientras que si ocurre en sentido anterior o lateral, conlleva a la formación de osteofitos marginales (Resnick y Niwayama 1978). Ahora bien, si el material del disco intervertebral se expande en sentido vertical, puede penetrar las carillas articulares superiores o inferiores del cuerpo vertebral produciendo depresiones conocidas como nódulos de Schmörl (Resnick y Niwayama 1978). Estas depresiones son más comunes entre las últimas vértebras torácicas y lumbares, entre los hombres, y su asociación con la edad es ambigua (Dar et al. 2009, 2010; Faccia y Williams 2008; Hilton et al. 1978; Pfirrmann y Resnick 2001; Resnick y Niwayama 1978; Rogers y Waldron 1995; Williams et al. 2007). Varios factores han sido propuestos como desencadenantes de esta patología, entre ellos los traumas, desórdenes metabólicos y neoplásicos, EDD, predisposición genética, composición bioquímica del disco, problemas

de desarrollo, obesidad y morfología vertebral (Callaghan y McGill 2001; Pfirrmann y Resnick 2001; Plomp et al. 2012; Resnick y Niwayama 1978; Wagner et al. 2000; Williams et al. 2007).

Uno de los grandes desafíos en las investigaciones bioarqueológicas ha sido inferir patrones de actividad en sociedades pasadas a partir de ciertas manifestaciones óseas, bajo el supuesto de que las actividades estresantes, en términos de carga, y persistentes a lo largo del tiempo se traducen en morfologías o patrones óseos particulares. Debido a que el movimiento es necesario para la presencia de cambios morfológicos óseos en las articulaciones (Waldron 2019) y que algunas investigaciones clínicas encontraron correlaciones entre patologías articulares y niveles elevados de actividad física (p.ej., Aluoch y Wao 2009; Coggon et al. 2000; Felson 2013), el estudio de cambios óseos y patologías articulares en la columna vertebral de sociedades pasadas no quedó exento de este tipo de interpretaciones (p.ej., Arrieta y Mendonça 2011; Bridges 1994; Lieverse et al. 2016; López-Barrales et al. 2015; Lovell 1994; Salega y Fabra 2013; Sofaer Derevenski 2000; Stirland y Waldron 1997; Suby 2014; Suescún y Rojas-Sepúlveda 2020; Woo y Sciulli 2013; Zhang et al. 2017). No obstante, otros investigadores argumentan que los patrones degenerativos en la columna vertebral son consecuencia de fuerzas biomecánicas relacionadas con la locomoción bípeda y están fuertemente correlacionadas con la edad, la genética y la curvatura de la columna vertebral y, por lo tanto, no es posible realizar inferencias sobre actividades físicas en sociedades pasadas (Jurmain et al. 2012; Knüsel et al. 1997; Weiss y Jurmain 2007).

El objetivo de este trabajo es determinar los factores que incidieron en la presencia de determinados cambios morfológicos óseos y patologías articulares de la columna vertebral en sociedades cazadoras-recolectoras que habitaron el sector meridional de la cuenca del Plata (Argentina) hacia fines del Holoceno Tardío. Estudios previos señalaron diferencias morfológicas óseas entre los individuos masculinos y femeninos de estas sociedades, las cuales poseen una etiología multifactorial, entre ellas una división sexual de algunas actividades cotidianas (Mazza 2016a, 2019, 2020). Los resultados de este trabajo pretenden complementar dichos análisis, así como conocer el estado de salud articular de estas poblaciones. Para esto se propone: (1) determinar la prevalencia y patrones de distribución en los segmentos cervical, torácico, lumbar y sacro de: (a) osteofitos

marginales, porosidad, nódulos de Schmörl y EDD en los cuerpos vertebrales, y (b) osteofitos marginales, porosidad, eburnación, remodelación del contorno y EDA en las zigapófisis; y (2) examinar su relación con factores biológicos y mecánicos que pudieron haber incidido en su manifestación. Se espera que las prevalencias de los cambios óseos y patologías articulares aumenten con la edad de los individuos y que ambos sexos presenten patrones de distribución similares producto de las presiones mecánicas axiales ejercidas por la postura bípeda y por los efectos de la curvatura de la columna vertebral. En este sentido, debería haber un aumento de las prevalencias de los cambios óseos desde las vértebras cervicales hacia las lumbares, con un mayor impacto en las vértebras más lejanas al centro de gravedad y en aquellas ubicadas en zonas de transición entre segmentos vertebrales. A su vez, si las presiones mecánicas impuestas por actividades cotidianas tuvieron un impacto significativo en las superficies articulares, se espera una mayor prevalencia de cambios óseos

y patologías entre individuos jóvenes, patrones diferentes para ambos sexos, y diferencias entre las zigapófisis derecha e izquierda como correlato de actividades unimanuales.

Materiales

La muestra está compuesta por 396 vértebras pertenecientes a 41 individuos adultos de ambos sexos, provenientes de 11 sitios arqueológicos del extremo meridional de la cuenca del Plata (Argentina) ocupados por sociedades cazadoras-recolectoras hacia fines del Holoceno Tardío (1800 - 500 años cal. AP) (Tabla 1, Figura 1).

Estas sociedades se caracterizaron por una economía basada fundamentalmente en la caza de pequeños y medianos mamíferos, como roedores y cérvidos, y en la pesca, complementada con la ingesta de moluscos fluviales y plantas C₃ y, en muy menor medida, C₄ (Loponte 2008, 2020). El registro artefactual está compuesto por un complejo

Tabla 1. Descripción de la muestra por sitio arqueológico.

Description of the sample by archaeological site.

Sitio arqueológico	n vértebras	NMI Femeninos				NMI Masculinos				NMI total	Años cal. AP ^a	Referencia ^c
		20-35 años	35-50 años	>50 años	AI	20-35 años	35-50 años	>50 años	AI			
Túm. II Brazo Largo	10	2	-	-	-	-	3	-	3	8	727 - 628	(1, 2)
Cerro Lutz	200	1	2	-	2	2	4	-	-	11	1064 - 547	(3, 4)
El Cazador 3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	936 - 798	(5)
El Cerrillo	11	-	-	-	-	1	-	1	-	2	563 - 501	(6, 7)
Garín	18	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1317 - 1065	(8)
Arr.º La Garza	11	-	-	-	-	-	-	-	1	1	<2000 ^b	(1)
Los Talas	20	-	-	-	-	1	-	-	3	4	1093 - 922	(9, 10)
Arr.º Los Tigres	32	-	1	-	3	-	-	-	1	5	<2000 ^b	(1)
Arr.º Marieta	37	-	-	-	-	-	2	1	-	3	<2000 ^b	(1)
Paraná Ibicuy 1	23	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1836 - 1262	(11, 12)
Arr.º Sarandí	33	1	-	-	-	-	1	1	1	4	1271 - 554	(6, 7, 8)
Total	396	4	3	0	5	4	13	3	9	41		

AI= Adultos indeterminados.

^a Todos los fechados corresponden a restos humanos. Las muestras fueron calibradas con el programa Calib Rev 8.1.0 (Stuiver y Reimer 1993) con la curva SHCal20 (Hogg et al. 2020). Los rangos cronológicos comprenden un área del 95,4% (2 sigma); máximo valor de p.

^b No hay fechados radiocarbónicos para estos sitios. La cronología señala el momento en el cual las tierras estuvieron disponibles para ser habitadas según los eventos geomorfológicos del área (Fucks et al. 2017; Loponte et al. 2012).

^c (1) Mazza 2015; (2) Politis et al. 2017; (3) Acosta et al. 2010; (4) Mazza 2010; (5) Loponte, Acosta y Corriale 2016; (6) Lothrop 1932; (7) Bonomo et al. 2011; (8) Loponte 2008; (9) Vignati 1960; (10) Del Papa et al. 2020; (11) Caggiano et al. 1978; (12) Del Papa et al. 2016.

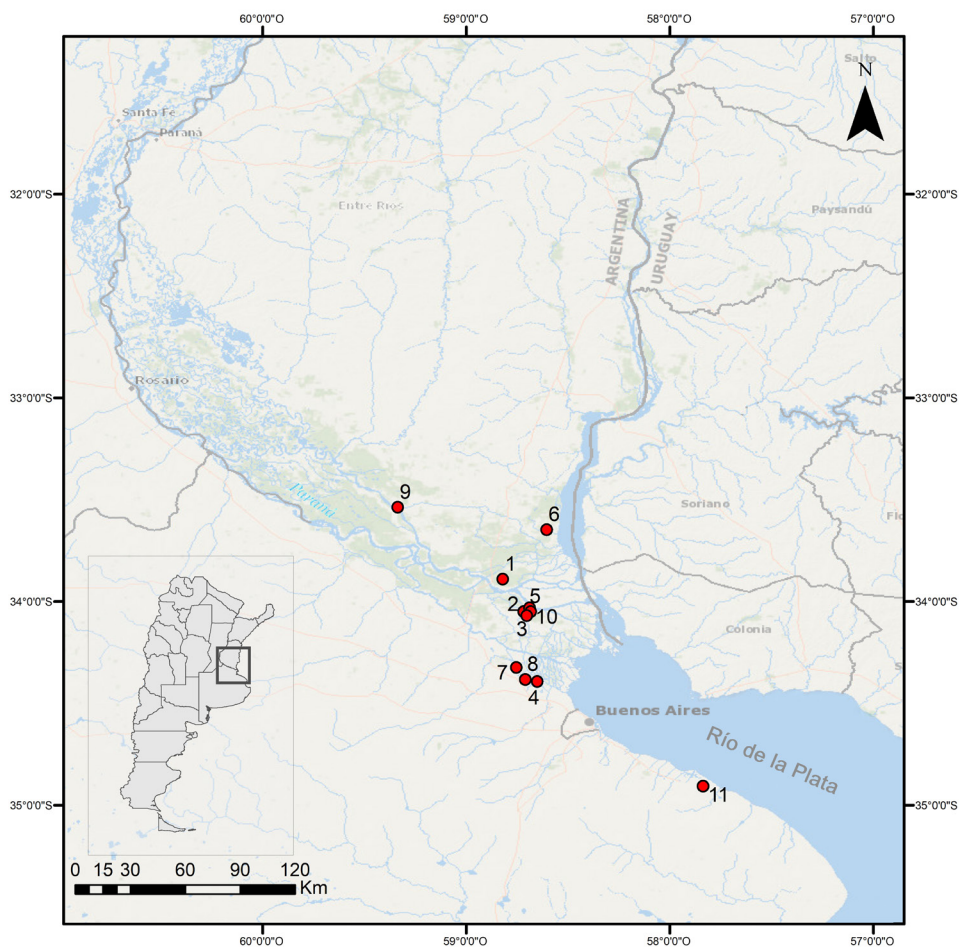


Figura 1. Ubicación de los sitios arqueológicos. (1) Túmulo II del Brazo Largo; (2) Arroyo Marieta; (3) Arroyo Los Tigres; (4) Arroyo Sarandí; (5) El Cerrillo; (6) Cerro Lutz; (7) El Cazador 3; (8) Garín; (9) Paraná Ibicuy 1; (10) Arroyo La Garza; (11) Los Talas.

Location of the archaeological sites. (1) Túmulo II del Brazo Largo; (2) Arroyo Marieta; (3) Arroyo Los Tigres; (4) Arroyo Sarandí; (5) El Cerrillo; (6) Cerro Lutz; (7) El Cazador 3; (8) Garín; (9) Paraná Ibicuy 1; (10) Arroyo La Garza; (11) Los Talas.

y sofisticado sistema de armas líticas y óseas (puntas de proyectil, arpones, ganchos de propulsor, boleadoras, redes, trampas; Buc 2010; Loponte 2008; Sacur Silvestre et al. 2013) junto a contenedores cerámicos utilizados para almacenaje, preparación y cocción de alimentos (Loponte 2008; Pérez et al. 2013). Todos los sitios arqueológicos analizados en esta muestra constituyen bases residenciales sin diferencias en el tipo de actividades realizadas. Dada la fragmentación fluvial del paisaje y la ubicación de las bases residenciales en lugares con conectividad fluvial, el uso de canoas fue una actividad frecuente para moverse por el espacio y facilitar el transporte de

presas (Lopes de Souza 1839; Loponte 2008; Lothrop 1932). Otra particularidad de estas poblaciones es la complejidad en sus tratamientos mortuorios (p.ej. Guarido et al. 2021; Loponte 2008; Lothrop 1932; Mazza y Loponte 2012), donde se detectaron inhumaciones primarias y secundarias así como una manipulación *postmortem* significativa de los restos óseos (Mazza et al. 2018); la presencia de montículos artificiales (Loponte, Acosta y Tehjilinguirian 2016); el uso de adornos personales, algunos de ellos con posibles denotaciones identitarias (Buc et al. 2019); posible territorialidad y estabilidad ocupacional (Loponte 2008, 2020).

Solo se consideraron individuos con segmentos vertebrales con más del 80% de las vértebras y cuyas superficies articulares tuvieran una conservación mayor al 50%. El segmento cervical comprende las vértebras C3 a C5; el torácico de T1 a T6 y T7 a T12; el lumbar de L1 a L5; y el sacro S1 (Tabla 2). Las vértebras C1 y C2 se excluyeron de los análisis por estar ausentes en varios individuos. El sector torácico se dividió en dos por los cambios en la curvatura vertebral. No se registraron vértebras aisladas, excepto S1. Teniendo en cuenta estos criterios y que varios individuos fueron recuperados a principios del siglo XX (Farro 2011; Mazza 2015), la columna vertebral tiene un porcentaje de representación de regular a bueno, siendo el sector lumbar el mejor representado (Tabla 3). Sin embargo, el grado de preservación ósea es de muy bueno a excelente, sin un impacto significativo de agentes tafonómicos. Del total de 396 vértebras, solo un 5,6% carece de cuerpo y un 8,4% de zigapófisis.

Se descartaron del análisis a aquellos individuos que presentaran otro tipo de patología ósea y no se detectaron fracturas *premortem* que pudieran haber incidido en la presencia de patologías articulares vertebrales.

Métodos

Para la determinación sexual de los individuos se aplicaron los criterios establecidos por Buikstra y Ubelaker (1994) para el cráneo y coxales, junto al método Phenice (1969). Cuando dichos elementos óseos estaban ausentes, se emplearon funciones discriminantes generadas específicamente para el área y que poseen un buen porcentaje de discriminación

(Mazza 2016b). La estimación etaria se basó en los cambios morfológicos de la superficie auricular del ilión (Lovejoy et al. 1985) y de la sínfisis púbica (Brooks y Suchey 1990), y en segundo lugar, en la obliteración de las suturas craneales (Meindl y Lovejoy 1985). La muestra quedó dividida en tres rangos etarios: 20-35 años, 35-50 años y mayores de 50 años. Aquellos individuos a los que no se les pudo determinar la edad fueron clasificados como adultos indeterminados (Tabla 1). Debido a la poca cantidad de individuos mayores de 50 años, se unió este intervalo etario y el de 35-50 años. De esta forma, las edades de los individuos de ambos sexos quedaron agrupadas en 20-35 años y mayores de 35 años.

Los cambios óseos fueron registrados macroscópicamente. Se relevó la presencia o ausencia de osteofitos marginales, porosidad y nódulos de Schmörl en las superficies articulares superiores e inferiores de los cuerpos vertebrales, y de osteofitos marginales, porosidad, eburnación y remodelación del contorno en las facetas articulares superiores e inferiores, izquierdas y derechas de cada vértebra. Se registró la ubicación de los nódulos de Schmörl según se encontraran en la porción canal del cuerpo vertebral (dentro del 25% de superficie articular que linda con el canal medular), en el centro (siguientes 50% de superficie articular), o en la periferia (el 25% de superficie articular inferior restante) (Nikita 2017; Figura 2). A su vez, los osteofitos marginales y la remodelación del contorno fueron clasificados en diferentes grados de manifestación según lo establecido en Buikstra y Ubelaker (1994) y Sofaer Derevenski (2000), respectivamente (Figura 2). Los osteofitos en los cuerpos vertebrales se clasificaron en: apenas discernibles (grado 1), borde elevado

Tabla 2. Composición sexo-etaria de la muestra por segmento vertebral.

Sex and age composition of the sample by vertebral segment.

Segmento vertebral	NMI total	NMI Femeninos			AI	NMI Masculinos			
		20-35 años	35-50 años	>50 años		20-35 años	35-50 años	>50 años	AI
C3 - C7	18	1	2	0	2	1	6	2	4
T1 - T6	15	1	2	0	2	2	5	1	2
T7 - T12	13	1	2	0	1	2	5	1	1
L1 - L5	23	1	3	0	3	3	7	3	3
S1	20	4	1	0	2	3	7	0	3
NMI Total	41	4	3	0	5	4	13	3	9

AI= Adulto indeterminado.

Tabla 3. Representación de cuerpos vertebrales y facetas articulares por vértebra.

Representation of vertebral bodies and articular facets by vertebra.

	Cuerpos vertebrales		Facetas articulares *	
	n _{observado} /n _{esperado}	%	n _{observado} /n _{esperado}	%
C3	18/41	43,9	18/41	43,9
C4	18/41	43,9	17/41	41,5
C5	18/41	43,9	16/41	39
C6	18/41	43,9	14/41	34,1
C7	17/41	41,5	17/41	41,5
Total C3-C7	89/205	41,4	82/205	40
T1	15/41	36,6	15/41	36,6
T2	14/41	34,1	15/41	36,6
T3	15/41	36,6	14/41	34,1
T4	15/41	36,6	14/41	34,1
T5	14/41	34,1	12/41	29,3
T6	13/41	31,7	14/41	34,1
Total T1-T6	86/246	35	84/246	34,1
T7	11/41	26,8	12/41	29,3
T8	11/41	26,8	12/41	29,3
T9	12/41	29,3	11/41	26,8
T10	13/41	31,7	12/41	29,3
T11	12/41	29,3	11/41	26,8
T12	11/41	26,8	13/41	31,7
Total T7-T12	70/246	28,5	71/246	28,9
L1	21/41	51,2	23/41	56,1
L2	21/41	51,2	23/41	56,1
L3	21/41	51,2	23/41	56,1
L4	22/41	53,7	22/41	53,7
L5	22/41	53,7	23/41	56,1
Total L1-L5	107/205	52,2	114/205	55,6
S1	22/41	53,7	12/41	29,3
Total General	374/943	39,7	363/943	38,5

* La contabilización es por vértebra, no por lateralidad.

El n esperado es la cantidad de vértebras esperable para 41 individuos.

(grado 2), espículas óseas (grado 3) y fusión (grado 4); aquellos de las facetas articulares corresponden a: apenas discernibles (grado 1), bordes redondeados (<1 mm; grado 2), bordes agudos con espículas óseas (>1 mm; grado 3) y fusión (grado 4). La remodelación del contorno de las facetas articulares parte de una

aparición normal que se caracteriza por unos bordes bien definidos, con un surco laminar visible y el proceso articular separado del proceso transversario. El grado 1 comprende el agrandamiento de la faceta articular que se extiende hacia la lámina. En el grado 2, la faceta presenta un pequeño estante óseo sobre la

lámina a modo de soporte de la faceta inferior de la vértebra precedente; mientras que en el grado 3 este estante óseo abarca una porción mayor de la lámina, extendiéndose sobre el proceso transverso. Es importante mencionar que los estantes óseos no fueron registrados como osteofitos. Por otro lado, la porosidad se distinguió de daños tafonómicos por la apariencia de sus bordes, que deben ser redondeados y

del mismo color que el hueso que lo rodea; para cuya observación se recurrió a una lupa de 5x con luz fría. Solo se registró como porosidad cuando al menos 10 poros de cualquier tamaño aparecían agrupados en un área de 1 cm² o pertenecían a una zona localizada de erosión del hueso cortical (Wilczak y Jones 2011).

La EDA en las zigapósis se diagnosticó por la presencia patognomónica de eburnación o por la

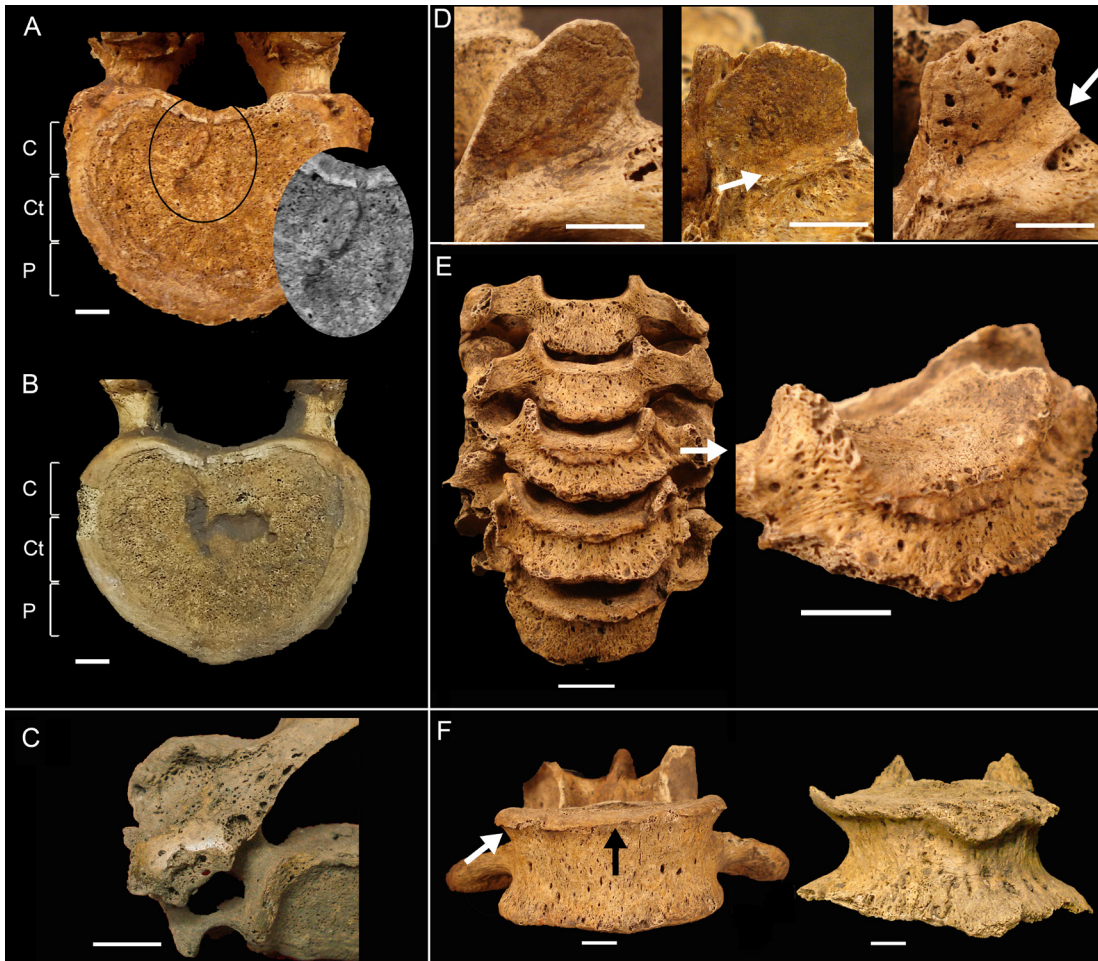


Figura 2. Cambios morfológicos óseos y patologías articulares. (A) Nódulo de Schmörl con dispersión hacia el canal medular y porosidad; (B) Nódulo de Schmörl central y porosidad, C= canal; Ct= centro; P= periferia; (C) Faceta articular con EDA, incluye eburnación; (D) Remodelación del contorno, de izquierda a derecha: grado 1, grado 2 y grado 3. Las flechas señalan el estante óseo. La faceta con grado 3 presenta EDA (osteofitos marginales y porosidad); (E) Cuerpos vertebrales cervicales con DDD. En la ampliación se observa la porosidad sobre la superficie articular y los osteofitos marginales; (F) Osteofitos marginales en cuerpos vertebrales. Izquierda: grado 1 (flecha negra) y grado 2 (flecha blanca); derecha: grado 3. Escala 1 cm.

Bone morphological changes and joint pathologies. (A) Schmorl's node with dispersion towards the medullary canal and porosity. (B) Central Schmorl's node and porosity, C= canal; Ct= center; P= periphery. (C) Articular facet with DJD, including eburnation. (D) Contour remodeling, from left to right: grade 1, grade 2, and grade 3. Arrows point to the bony shelf. The grade 3 facet presents DJD (marginal osteophytes and porosity). (E) Cervical vertebral bodies with DDD. The enlargement shows porosity on the articular surface and marginal osteophytes. (F) Marginal osteophytes in vertebral bodies. Left: grade 1 (black arrow) and grade 2 (white arrow); right: grade 3. Scale: 1 cm.

manifestación conjunta de porosidad y osteofitos marginales (Rogers y Waldron 1995). Por su parte, la EDD se reconoció por la presencia de osteofitos marginales y de porosidad en los cuerpos vertebrales (Waldron 2019). Si estos dos cambios óseos no se manifestaban de forma conjunta (es decir, no contabilizados para la EDD o EDA), fueron registrados y analizados separadamente.

La distribución de los cambios óseos en las superficies articulares superiores e inferiores de cada vértebra ocurre con las mismas probabilidades (prueba de McNemar, $p > 0,05$). Por lo tanto, se unificó según el valor más alto registrado con el fin de facilitar la interpretación de los resultados y evitar datos redundantes. En las zigapófisis, la fusión de valores de las facetas superiores e inferiores se realizó respetando la lateralidad. Por ejemplo, si un cambio óseo estaba presente en la superficie articular superior, pero ausente en la inferior, se registró su presencia; si una de ellas presentaba un grado más elevado, se conservó el grado mayor.

Análisis estadísticos

Para describir la muestra se calculó la prevalencia de cada cambio óseo y patología articular por segmento vertebral, considerando la cantidad de superficies articulares de cada sector como denominador. Esta cantidad se determinó luego de haber unido los cambios óseos presentes en las superficies articulares superiores e inferiores. Además, se estimaron sus prevalencias a nivel individual, cuyo denominador fue la cantidad de individuos en los que se pudo registrar dicho cambio óseo o patología articular.

Debido a la etiología multifactorial que presentan los cambios óseos y patologías articulares, se implementaron pruebas estadísticas multivariadas para evaluar su relación con el sexo, edad y proveniencia de los individuos (sitio arqueológico). En primer lugar, se realizaron análisis de componente principales (PCA) para cada segmento vertebral. Los PCA son útiles para resumir un conjunto de muchas variables, posiblemente correlacionadas, en diferentes componentes que explican parte de la variabilidad presente (varianza). Estos componentes son una combinación lineal de las variables originales, cada una de ellas con diferente peso o importancia (Field 2009). De esta forma, se puede evaluar la contribución de cada cambio óseo a las diferencias entre los individuos y su importancia en la expresión de la EDA y de la EDD (Calce et al. 2017). Para realizar este análisis, se calculó un valor

promedio para cada cambio óseo por individuo y por segmento vertebral para los cuerpos vertebrales y facetas por separado. Para esto, se sumaron las presencias (valor= 1) del cambio óseo y se dividió por el total de superficies articulares de cada segmento vertebral. De esta forma, se construyeron índices que varían de 0 al 1, donde 1 significa que la variable ósea se expresa en todas las vértebras del sector. Por ejemplo, si los osteofitos marginales del sector cervical (C3-C7) estaban presentes en tres cuerpos vertebrales, el índice de ese individuo es de 0,6 para dicho sector (3/5). No se distinguieron las lateralidades de las facetas articulares, sino que, por el contrario, se registró aquella con el valor más alto del cambio óseo en cuestión y luego se calculó su índice. Este análisis no se realizó para la primera vértebra sacra por la presencia de varios datos perdidos. El método de rotación elegido para los PCA fue Varimax.

Posteriormente, se aplicaron modelos lineales generalizados (MLG) y ecuaciones estimadas generalizadas (EEG), ya que permiten el control de covariables. Ambos evalúan el efecto de un factor sobre una variable dependiente, mientras controlan el efecto de otros factores presentes en los modelos (McCullagh y Nelder 1989). La diferencia entre ambos estadísticos reside en que las EEG distinguen factores emparejados o correlacionados a nivel individual, como la lateralidad. No obstante, tienden a sobredimensionar los valores-p de las otras variables (Nikita 2014). Por lo tanto, para la evaluación de los efectos de factores no emparejados se aconsejan los MLG. En este trabajo, las EEG fueron aplicadas para evaluar la presencia de asimetría bilateral en los cambios morfológicos y patologías articulares en las zigapófisis, considerando el sexo y la edad de los individuos como covariables. Se partió de un modelo completo con los efectos principales del sexo, edad y lateralidad, y la interacción entre el sexo y la lateralidad. Cuando dicha interacción resultó no significativa para el modelo, se realizaron EEG con los efectos principales del sexo, edad y lateralidad. Luego, se recurrió a los MLG para evaluar los efectos principales del sexo y la edad y su interacción sobre la prevalencia y grados de cambios óseos y patologías articulares en las zigapófisis y cuerpos vertebrales. Al igual que con las EEG, si la interacción resultaba no significativa, el modelo se ejecutaba nuevamente sin ella.

Se eligieron modelos logísticos binarios y ordinales para la evaluación de las prevalencias y grados de los cambios óseos, respectivamente. Los valores-p de los MLG y EEG fueron corregidos a

través del método de Holm-Bonferroni para evitar el error tipo I (Nikita 2017). Además, se usó una matriz de covarianza con estimador robusto, ya que brinda un estimativo consistente de la covarianza (Chrisletta y Spini 2004). En cada modelo se indica el valor del parámetro, el cual señala la fuerza y dirección de la asociación entre la variable explicativa y la variable de respuesta. Los parámetros con signo negativo indican que los individuos femeninos, aquellos entre 20-35 años o la lateralidad izquierda, presentan mayores prevalencias o grados que los masculinos, mayores de 35 años, o que la lateralidad derecha. En el caso de las interacciones significativas entre el sexo y la edad, se toma como referencia la primera parte de la comparación. Por ejemplo, un parámetro positivo resultante de la comparación de los femeninos de 20-35 años con los masculinos mayores de 35 años indica que los femeninos jóvenes tienen mayores prevalencias que los masculinos de edad más avanzada.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa IBM SPSS v.24, con un $\alpha=0,05$.

Resultados

La mayoría de los cambios óseos se manifiestan en más del 40% de los individuos, siendo los osteofitos marginales y la remodelación del contorno de las zigapófisis los que tienen mayor prevalencia por superficie articular (Tabla 4). Estos osteofitos junto al de los cuerpos vertebrales ocurren más frecuentemente en la región lumbar, mientras que el resto de los cambios óseos se ubican de preferencia en el sector torácico, con excepción de la eburnación. Todos los nódulos de Schmörl están en el centro de los cuerpos vertebrales. En un individuo masculino, la dispersión del núcleo pulposo de la vértebra T12 posiblemente llegó al canal medular (Figura 2A). El 69,2% de los nódulos de Schmörl y el 52,9% de las zigapófisis con EDA coinciden con la presencia de EDD (χ^2 , $p=0,018$ y $0,003$, respectivamente).

Las dimensiones 1 y 2 de los PCA explican más del 70% de la varianza, con excepción del sector lumbar (61,9%; Tabla 5). En C3-C7 la mayoría de los individuos masculinos de todas las edades están agrupados entre los valores negativos de la dimensión 1 y 2, indicando bajos índices de cambios óseos (Figura 3). En cambio, los pocos individuos femeninos, incluyendo aquel de 20-35 años, se localizan entre los valores positivos de ambas dimensiones ya que tienen mayores índices. Si bien los individuos de los sectores torácicos están más dispersos en el espacio

dimensional, en T1-T6 varios masculinos se ubican entre los valores positivos de la dimensión 2, con cambios óseos principalmente en las facetas articulares; mientras que los femeninos están más asociados a cambios óseos en los cuerpos vertebrales. En el sector T7-T12, los individuos femeninos están más relacionados con la presencia de osteofitos marginales en las facetas articulares, mientras que entre los masculinos tienen mayor presencia de nódulos de Schmörl y la remodelación de los contornos. En el sector lumbar, los individuos masculinos presentan mayores índices que los femeninos en los cambios óseos de las facetas articulares y osteofitos marginales en los cuerpos vertebrales.

En los PCA también se observa que la porosidad de las facetas y cuerpos está asociada a cambios óseos de los cuerpos vertebrales, con excepción del sector lumbar. Por otro lado, no hay una clara diferenciación espacial ni cronológica en la manifestación de los cambios óseos, ya que no hay agrupamientos por sitio arqueológico.

En las Tablas 6 y 7 se muestran los resultados significativos de los MLG. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las facetas articulares derecha e izquierda ni interacciones significativas entre el sexo y la lateralidad. Algunos MLG no pudieron realizarse, ya que las variables presentaban una cuasi o completa separación de los datos. Por lo tanto, y como complemento, se evaluaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos y edades mediante la prueba de chi-cuadrado (Tabla 8 y 9) y se analizaron las prevalencias por vértebra (Figura 4).

En el MLG del sector cervical, los individuos femeninos presentan mayor prevalencia y grados de osteofitos marginales en los cuerpos vertebrales y zigapófisis que los individuos masculinos (Tablas 6 y 7). A su vez, el femenino de 20-35 años tiene osteofitos marginales en las zigapófisis con grados significativamente más altos que los masculinos del mismo rango etario y mayores de 35 años. En los cuerpos vertebrales, los grados aumentan luego de los 35 años en ambos sexos (Figura 5). Es importante recordar que estos osteofitos marginales no se presentan en asociación con porosidad o eburnación, por lo cual no son parte del diagnóstico de la EDA, cuya prevalencia no mostró diferencias significativas entre ambos sexos (Tabla 8) y se manifiesta luego de los 35 años (Tabla 9; Figura 6). Por otro lado, el individuo femenino joven presenta osteofitos marginales en los cuerpos y remodelación de las facetas, a diferencia de

Tabla 4. Prevalencia de cambios óseos en los cuerpos vertebrales y facetas articulares por segmento vertebral y a nivel individual.
Prevalence of bone changes in the vertebral bodies and articular facets by vertebral segment and at the individual level.

Segmento vertebral	Cuerpo vertebral					Facetas articulares								
	% (n total de superficies articulares analizadas)					% (n total de superficies articulares analizadas)								
	Osteofitos marginales*	Porosidad*	EDD	Nódulos de Schmörl	Osteofitos marginales*	Remodelación del contorno		Porosidad*		Eburnación		EDA		
					Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.
C3-C7	25 (60)	7,9 (38)	40,3 (62)	0 (80)	76,5 (68)	79,7 (69)	39,5 (76)	32,9 (79)	2,8 (71)	2,7 (74)	3,9 (77)	3,7 (81)	7,8 (77)	8,6 (81)
T1-T6	8,1 (62)	32,7 (49)	16,7 (42)	6 (83)	73,1 (67)	66,7 (63)	78,8 (80)	74,1 (81)	8,7 (69)	9,4 (64)	0 (83)	1,2 (82)	16,9 (83)	22 (82)
T7-T12	13,5 (37)	50 (24)	59,5 (37)	14,9 (67)	78 (50)	76,7 (60)	72,9 (70)	75,7 (70)	5,7 (53)	3,3 (61)	0 (69)	0 (70)	23,2 (69)	12,9 (70)
L1-L5	41,3 (75)	10 (50)	34,3 (67)	3,2 (94)	91,1 (101)	90,3 (103)	62,5 (112)	59,3 (108)	0 (106)	0 (106)	0 (113)	0,9 (109)	6,2 (113)	2,8 (109)
S1	9,1 (11)	25 (8)	25 (8)	0 (18)	30 (10)	30 (10)	61,5 (13)	58,3 (12)	0 (12)	0 (11)	7,7 (13)	0 (12)	7,7 (13)	8,3 (12)
Total	23,3 (245)	22,5 (169)	36,6 (216)	5,3 (342)	78,9 (601)		61,6 (701)		3,3 (627)		1,3 (709)		11,6 (709)	
% individual (n total individuos)	64,7 (34)	44,4 (27)	43,9 (31)	14,63 (39)	88,57 (35)		94,3 (35)		25,7 (35)		11,4 (35)		42,8 (35)	
% sexo	27,3 72,7	33,3 66,7	16,7 83,3	16,7 83,3	25,8 74,2		30,3 69,7		33,3 66,7		25 75		40 60	
n sexo	6 F 16 M	4 F 8 M	3 F 15 M	1 F 5 M	8 F 23 M		10 F 23 M		3 F 6 M		1 F 3 M		6 F 9 M	

* No asociados a EDA o EDD.
 F= femeninos; M= masculinos.

Tabla 5. Porcentaje general de la varianza explicada para cada dimensión de los PCA y para cada cambio óseo por sector vertebral.
Overall percentage of variance explained for each PCA dimension and for each bone change by vertebral sector.

	C3-C7		T1-T6		T7-T12		L1-L5	
	Dim. 1	Dim. 2	Dim. 1	Dim. 2	Dim. 1	Dim. 2	Dim. 1	Dim. 2
Porosidad cuerpo	0,514	0,122	0,737	0,005	0,652	0,089	0,812	0,097
Osteofitos cuerpo	0,557	0,222	0,838	0	0,899	0,001	0,633	0,094
Osteofitos facetas	0,022	0,599	0,005	0,873	0,191	0,495	0,004	0,178
Porosidad facetas	0,897	0,007	0,815	0,064	0,808	0,015	0,105	0,379
Eburnación	0,768	0,008	-	-	-	-	0,327	0,090
Remodelación	0,003	0,770	0,016	0,854	0,054	0,755	0,112	0,382
Nódulos de Schmörl	-	-	n.d.	n.d.	0,571	0,038	0,046	0,498
% Varianza	46	28,8	55,4	22,7	52,9	23,2	36,7	25,2

n.d.= No disponible por baja prevalencia.

Dim.= Dimensión

- = cambio óseo ausente

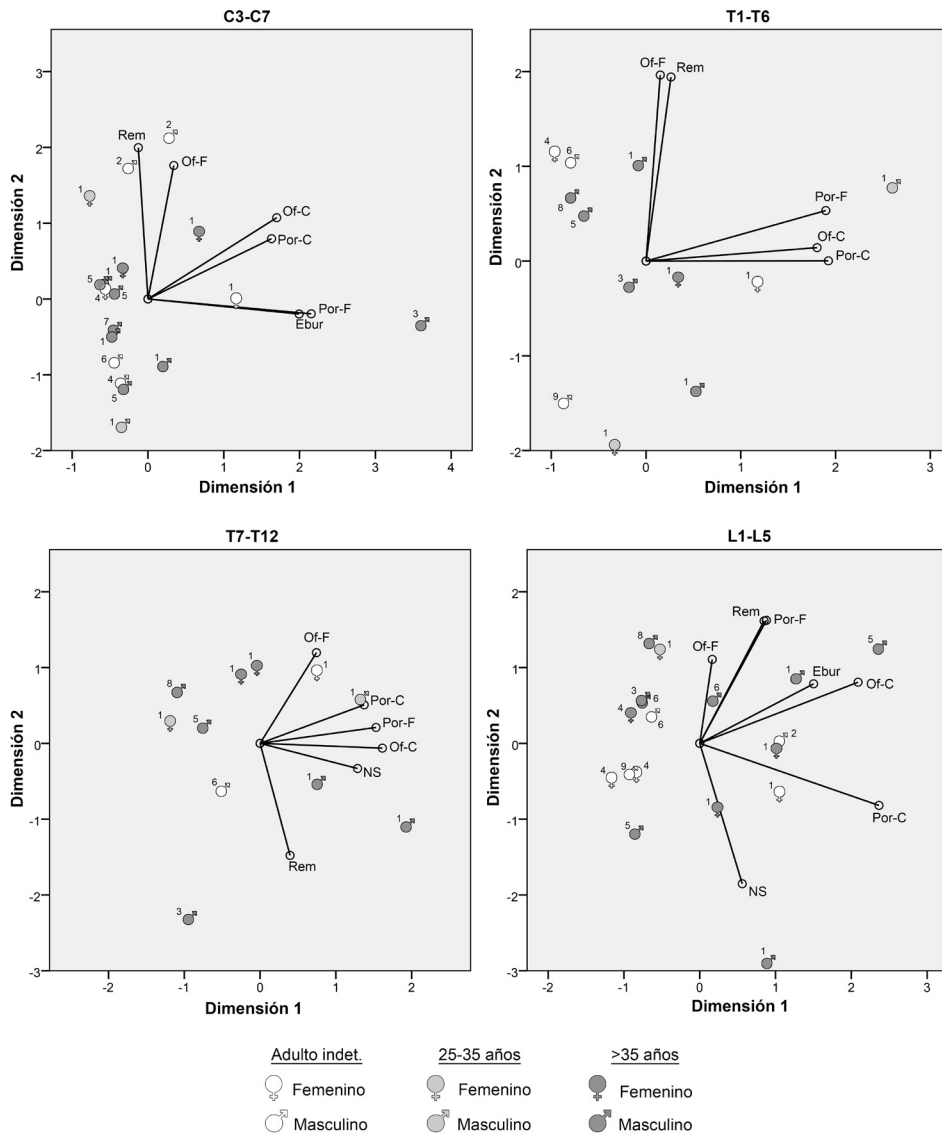


Figura 3. Diagramas de los análisis de componentes principales por sector vertebral. Facetas articulares: Rem: remodelación del contorno; Of-F: osteofitos marginales; Por-F: porosidad; Ebur: eburnación. Cuerpos vertebrales: Of-C: osteofitos marginales; Por-C: porosidad; NS: nódulos de Schmörl. Sitios arqueológicos: (1) Cerro Lutz; (2) Los Talas; (3) Paraná Ibicuy 1; (4) Los Tigres; (5) Arroyo Marieta; (6) Arroyo Sarandí; (7) El Cerrillo; (8) Garín; (9) Arroyo La Garza.

Principal component analysis plots by vertebral sector. Articular facets: Rem: contour remodeling; Of-F: marginal osteophytes; Por-F: porosity; Ebur: eburnation. Vertebral bodies: Of-C: marginal osteophytes; Por-C: porosity; NS: Schmörl's nodes. Archaeological sites: (1) Cerro Lutz; (2) Los Talas; (3) Paraná Ibicuy 1; (4) Los Tigres; (5) Arroyo Marieta; (6) Arroyo Sarandí; (7) El Cerrillo; (8) Garín; (9) Arroyo La Garza.

Tabla 6. MLG significativos para las prevalencias de los cambios óseos y patologías articulares de cada segmento vertebral.
Significant GLM for the prevalence of bone changes and joint pathologies of each vertebral segment.

Cambio óseo	Parámetro	C3 - C7		T1-T6		T7-T12		L1-L5	
		B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.
Osteofitos cuerpo*	AICc	13,78		11,76				15,16	
	Sexo	-3,640	<0,001	-1,638	0,105			1,462	0,036
	Edad	1,626	0,148	20,642	<0,001			2,730	0,015
Porosidad cuerpo*	AICc							11,65	
	Sexo							-1,281	0,253
	Edad							21,650	<0,001
Osteofitos zipapófisis*	AICc	17,52		18,51		19,98		21,65	
	Sexo	-2,795	0,032	-1,699	0,005	-3,401	0,004	0,142	0,845
	Edad	1,098	0,149	2,109	<0,001	-0,836	0,496	2,469	<0,001
	F 25-35 vs M >35					0,836	0,452		
	F >35 vs M >35					-1,746	1		
	F >35 vs F 25-35					-0,836	0,496		
	M 25-35 vs M >35					-2,565	<0,001		
	M 25-35 vs F 25-35					-3,401	0,004		
Porosidad zipapófisis*	AICc			16,74		13,25			
	Sexo			0,251	0,726	-2,448	0,030		
	Edad			-1,914	0,007	0,890	0,438		
Remodelación zipapófisis	AICc							23,25	
	Sexo							-0,115	0,785
	Edad							1,643	<0,001

En negrita los resultados significativos. Subrayados aquellos que permanecen significativos después de la corrección Holm-Bonferroni.

* Cambios óseos aislados; no asociados a la EDD o EDA.

AICc= criterio de información de Akaike corregido. A menor valor, mejor la calidad del modelo.

M= Masculinos; F= Femeninos.

los masculinos jóvenes (Figura 6). Por su parte, los masculinos presentan eburnación en las zigapófisis y porosidad en los cuerpos vertebrales, características ausentes entre los femeninos (Tabla 8; Figura 6). La porosidad está presente desde la adultez temprana en los cuerpos vertebrales, mientras que en las zigapófisis se manifiesta luego de los 35 años, al igual que la eburnación. Por otro lado, los femeninos presentan las mayores prevalencias de cambios óseos en C3-C4, mientras que entre los masculinos esto ocurre en las últimas vértebras cervicales (Figura 4).

En T1 - T6, los MLG muestran que los individuos femeninos continúan con una mayor prevalencia de osteofitos marginales en las zigapófisis (Tabla 6). Esta prevalencia aumenta luego de los 35 años en ambos sexos; mientras que los osteofitos marginales en los cuerpos vertebrales aparecen luego de esa edad

(Tablas 6 y 9; Figura 6). La tendencia etaria se repite para los grados de osteofitos y de remodelación en las facetas, sin diferencias significativas entre ambos sexos (Tabla 8; Figura 5). En cambio, los adultos jóvenes de ambos sexos tienen mayor prevalencia de porosidad en las zigapófisis (Tablas 6 y 9; Figura 6). Por otro lado, los individuos femeninos tienen más o casi el doble de prevalencia (pero no significativa) que los masculinos para los osteofitos de los cuerpos y EDD; además, presentan eburnación a diferencia de los masculinos (Tabla 8). Por su parte, los masculinos duplican la prevalencia de los femeninos en los nódulos de Schmörl, los cuales junto a la EDD están presentes entre los masculinos desde los 20-35 años, a diferencia de los femeninos que se manifiestan luego de los 35 años (Figura 6). A su vez, los nódulos de Schmörl ocurren solo en T1 entre los femeninos, y desde T3

Tabla 7. MLG significativos para los grados de los cambios óseos y patologías articulares de cada segmento vertebral.
Significant GLM for the degrees of bone change and joint pathologies for each vertebral segment.

Cambio óseo	Parámetro	C3 - C7		T1-T6		T7-T12		L1-L5	
		B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.	B	Sig.
Osteofitos cuerpo*	AICc	38,92						35,23	
	Sexo	-1,385	<u>0,011</u>					1,550	<u>0,014</u>
	Edad	1,842	<u>0,004</u>					2,933	<u>0,019</u>
Osteofitos zipapófisis*	AICc	29,62		54,74		54,41		62,27	
	Sexo	-3,785	<u><0,001</u>	-0,523	0,172	-2,098	<u>0,007</u>	1,199	<u><0,001</u>
	Edad	-1,403	0,046	1,202	<u>0,016</u>	-0,134	0,745	1,533	<u>0,004</u>
	F 25-35 vs M >35	2,208	<u>0,009</u>			-0,570	0,157		
	F >35 vs M >35	0,805	0,157			-0,704	0,132		
	F >35 vs F 25-35	-1,403	<u>0,046</u>			-0,134	0,745		
	M 25-35 vs M >35	-1,576	<u>0,047</u>			-2,667	<u>0,002</u>		
	M 25-35 vs F 25-35	-3,785	<u><0,001</u>			-2,098	<u>0,007</u>		
	AICc			40,41		44,89		23,25	
	Sexo			-0,176	0,696	-1,274	<u>0,006</u>	-0,115	0,785
	Edad			0,846	<u>0,033</u>	-1,587	<u>0,002</u>	1,643	<u><0,001</u>
F 25-35 vs M >35					-0,851	0,084			
F >35 vs M >35					-1,274	<u>0,006</u>			
F >35 vs F 25-35					-0,423	0,424			
M 25-35 vs M >35					-1,587	<u>0,002</u>			
M 25-35 vs F 25-35					-0,737	0,191			

En negrita los resultados significativos. Subrayados aquellos que permanecen significativos después de la corrección Holm-Bonferroni.

* Cambios óseos aislados; no asociados a la EDD o EDA.

AICc= criterio de información de Akaike corregido. A menor valor, mejor la calidad del modelo.

M= Masculinos; F= Femeninos.

Tabla 8. Prevalencia y odds ratio de cambios óseos y patologías articulares por superficie articular según el sexo de los individuos.
Prevalence and odds ratio of bone changes and joint pathologies by articular surface according to the sex of individuals.

		C3 - C7		T1 - T6		T7 - T12		L1 - L5		S1	
		Femeninos	Masculinos	Femeninos	Masculinos	Femeninos	Masculinos	Femeninos	Masculinos	Femeninos	Masculinos
Osteofitos cuerpo ¹	% (n)	50 (18)	14,3 (42)	16,7 (18)	4,5 (44)	25 (12)	8 (25)	22,7 (22)	49,1 (53)	0 (6)	20 (5)
	OR (95% IC)	0,16 (0,04 - 0,59)		0,23 (0,03 - 1,56)		0,26 (0,03 - 1,83)		3,27 (1,05 - 10,16)		-	
	Sig.	0,007		0,141		0,304		0,042		0,455	
Porosidad cuerpo ¹	% (n)	0 (7)	9,7 (31)	29,4 (17)	34,4 (32)	55,6 (9)	46,7 (15)	9,5 (21)	10,3 (29)	20 (5)	33,3 (3)
	OR (95% IC)	-		1,25 (0,35 - 4,49)		0,70 (0,13 - 3,68)		1,09 (0,16 - 7,21)		2 (0,07 - 51,59)	
	Sig.	1*		1*		1*		1*		1*	
EDD	% (n)	50 (14)	37,5 (48)	25 (12)	13,3 (30)	57,1 (7)	30,4 (23)	30,4 (23)	36,4 (44)	0 (5)	66,7 (3)
	OR (95% IC)	0,60 (0,18 - 1,99)		0,46 (0,08 - 2,47)		1,12 (0,21 - 5,95)		1,30 (0,44 - 3,84)		-	
	Sig.	0,538		0,387*		1		0,788		0,107*	
Nódulos de Schmorl	% (n)	0 (25)	0 (55)	3,4 (29)	7,4 (54)	13,6 (22)	15,6 (45)	0 (31)	4,8 (63)	0 (7)	0 (11)
	OR (95% IC)	-		2,24 (0,23 - 21,03)		1,16 (0,27 - 5,02)		-		-	
	Sig.	-		0,653*		1*		0,548*		-	
Osteofitos zigapósis ¹	% (n)	92,9 (42)	71,6 (95)	81,4 (43)	64,4 (87)	88,2 (34)	72,4 (76)	92,2 (64)	90 (140)	14,3 (7)	38,5 (13)
	OR (95% IC)	0,19 (0,05 - 0,68)		0,41 (0,17 - 1)		0,34 (0,11 - 1,11)		0,76 (0,26 - 2,21)		3,75 (0,34 - 41,08)	
	Sig.	0,006		0,066		0,086		0,797		0,354*	
Porosidad zigapósis ¹	% (n)	2,4 (42)	2,9 (103)	11,6 (43)	7,8 (90)	11,1 (36)	1,3 (78)	0 (64)	0 (148)	0 (8)	0 (15)
	OR (95% IC)	1,23 (0,12 - 12,17)		0,64 (0,19 - 2,15)		0,10 (0,01 - 0,96)		-		-	
	Sig.	1*		0,523*		0,034*		-		-	
Eburnación	% (n)	0 (44)	5,3 (114)	1,9 (53)	0 (112)	0 (45)	0 (94)	0 (67)	0,6 (155)	0 (9)	6,3 (16)
	OR (95% IC)	-		-		-		-		-	
	Sig.	0,187*		0,321*		-		1*		1*	
Remodelación zigapósis	% (n)	40,9 (44)	34,2 (111)	81,1 (53)	74,1 (108)	73,3 (45)	74,7 (95)	52,2 (67)	64,7 (153)	66,7 (9)	56,3 (16)
	OR (95% IC)	0,75 (0,36 - 1,54)		0,66 (0,29 - 1,49)		1,07 (0,48 - 2,41)		1,67 (0,93 - 3)		0,64 (0,11 - 3,52)	
	Sig.	0,462		0,335		1		0,099		0,691*	
EDA	% (n)	4,5 (44)	9,6 (114)	18,9 (53)	19,6 (112)	20 (45)	17 (94)	4,5 (67)	4,5 (155)	11,1 (9)	6,3 (16)
	OR (95% IC)	2,24 (0,47 - 10,55)		1,05 (0,45 - 2,41)		0,82 (0,33 - 2,03)		1 (0,25 - 4,02)		0,53 (0,02 - 9,70)	
	Sig.	0,518*		1		0,814		1*		1*	

¹ Cambios óseos aislados; no asociados a la EDD o EDA.

* Frecuencias esperadas menores a 5. Se aplicó la prueba exacta de Fisher.

OR= odds ratio. Mide la posibilidad de ocurrencia de un hecho dentro de un grupo de la población frente a otro grupo (Cerdeja et al. 2013). Cuando no hay diferencias, el valor del OR es igual a 1; si las prevalencias son mayores en el primer grupo (en este trabajo, sexo femenino), el OR es menor a 1; si la prevalencia es mayor en el segundo grupo (sexo masculino), el OR es mayor a 1. Para que el valor del OR sea válido, el 95% del intervalo de confianza debe mantenerse dentro de los límites de cada grupo (grupo 1= entre 0 y 1; grupo 2= >1).

Tabla 9. Prevalencia y odds ratio de cambios óseos y patologías articulares por superficie articular según la edad de los individuos.

Prevalence and odds ratio of bone changes and joint pathologies by articular surface according to the age of individuals.

		C3 - C7		T1 - T6		T7 - T12		L1 - L5		S1	
		20-35	>35	20-35	>35	20-35	>35	20-35	>35	20-35	>35
Osteofitos cuerpo ¹	% (n)	20 (10)	24,2 (33)	0 (9)	13,9 (36)	16,7 (6)	15,4 (26)	11,1 (9)	56,3 (48)	0 (4)	50 (2)
	OR (95% IC)	1,28 (0,22 - 7,30)		-		0,90 (0,08 - 9,98)		10,28 (1,19 - 88,80)		-	
	Sig.	1*		0,566*		1*		0,025*		0,333*	
Porosidad cuerpo ¹	% (n)	0 (2)	9,1 (22)	25 (8)	38,1 (21)	0 (4)	46,7 (15)	0 (5)	14,8 (27)	0 (2)	25 (4)
	OR (95% IC)	-		1,84 (0,29 - 11,47)		-		-		-	
	Sig.	1*		0,675*		0,245*		1*		1*	
EDD	% (n)	0 (2)	36,4 (33)	50 (4)	11,1 (18)	100 (4)	52,4 (21)	0 (0)	29,7 (37)	0 (2)	50 (4)
	OR (95% IC)	-		0,12 (0,01 - 1,44)		-		-		-	
	Sig.	0,536*		0,135*		0,125*		-		0,467*	
Nódulos de Schmorl ¹	% (n)	0 (10)	0 (44)	5,9 (17)	8,9 (45)	15,4 (13)	18,6 (43)	0 (15)	3,9 (51)	0 (6)	0 (7)
	OR (95% IC)	-		1,56 (0,16 - 15,05)		1,25 (0,23 - 6,82)		-		-	
	Sig.	-		1*		1*		1*		-	
Osteofitos zipapófisis ¹	% (n)	72,2 (18)	76,6 (64)	34,5 (29)	74,1 (62)	51,9 (27)	81,3 (64)	65,6 (32)	95,7 (117)	12,5 (8)	44,4 (9)
	OR (95% IC)	1,25 (0,38 - 4,09)		5,46 (2,10 - 14,18)		4,02 (1,50 - 10,74)		11,73 (3,69 - 37,25)		5,60 (0,47 - 66,44)	
	Sig.	0,759*		<0,001		0,006		0,294*		0,152*	
Porosidad zipapófisis ¹	% (n)	0 (18)	4,2 (72)	24,1 (29)	4,6 (65)	3,6 (28)	6 (67)	0 (35)	0 (120)	0 (9)	0 (11)
	OR (95% IC)	-		0,15 (0,64 - 0,98)		1,71 (0,18 - 16,05)		-		-	
	Sig.	1*		0,009*		1*		-		-	
Eburnación	% (n)	0 (18)	7,3 (82)	0 (36)	0 (81)	0 (31)	0 (84)	0 (38)	0,8 (127)	0 (9)	8,3 (12)
	OR (95% IC)	-		-		-		-		-	
	Sig.	0,588*		-		-		1*		1*	
Remodelación zipapófisis	% (n)	33,3 (18)	37 (81)	74,3 (35)	82,1 (78)	61,3 (31)	74,1 (85)	31,6 (38)	70,4 (125)	77,8 (9)	41,7 (12)
	OR (95% IC)	1,17 (0,40 - 3,46)		1,58 (0,61 - 4,10)		1,80 (0,75 - 4,31)		5,15 (2,35 - 11,29)		0,20 (0,02 - 1,42)	
	Sig.	0,796		0,449		0,249		<0,001		0,184*	
EDA	% (n)	0 (18)	12,2 (82)	19,4 (36)	19,8 (81)	9,7 (31)	20,2 (84)	7,9 (38)	5,5 (127)	0 (9)	8,3 (12)
	OR (95% IC)	-		1,02 (0,37 - 2,74)		2,36 (0,64 - 8,72)		0,68 (0,16 - 2,77)		-	
	Sig.	0,201*		1		0,269		0,698*		1*	

¹ Cambios óseos aislados; no asociados a la EDD o EDA.

* Frecuencias esperadas menores a 5. Se aplicó la prueba exacta de Fisher.

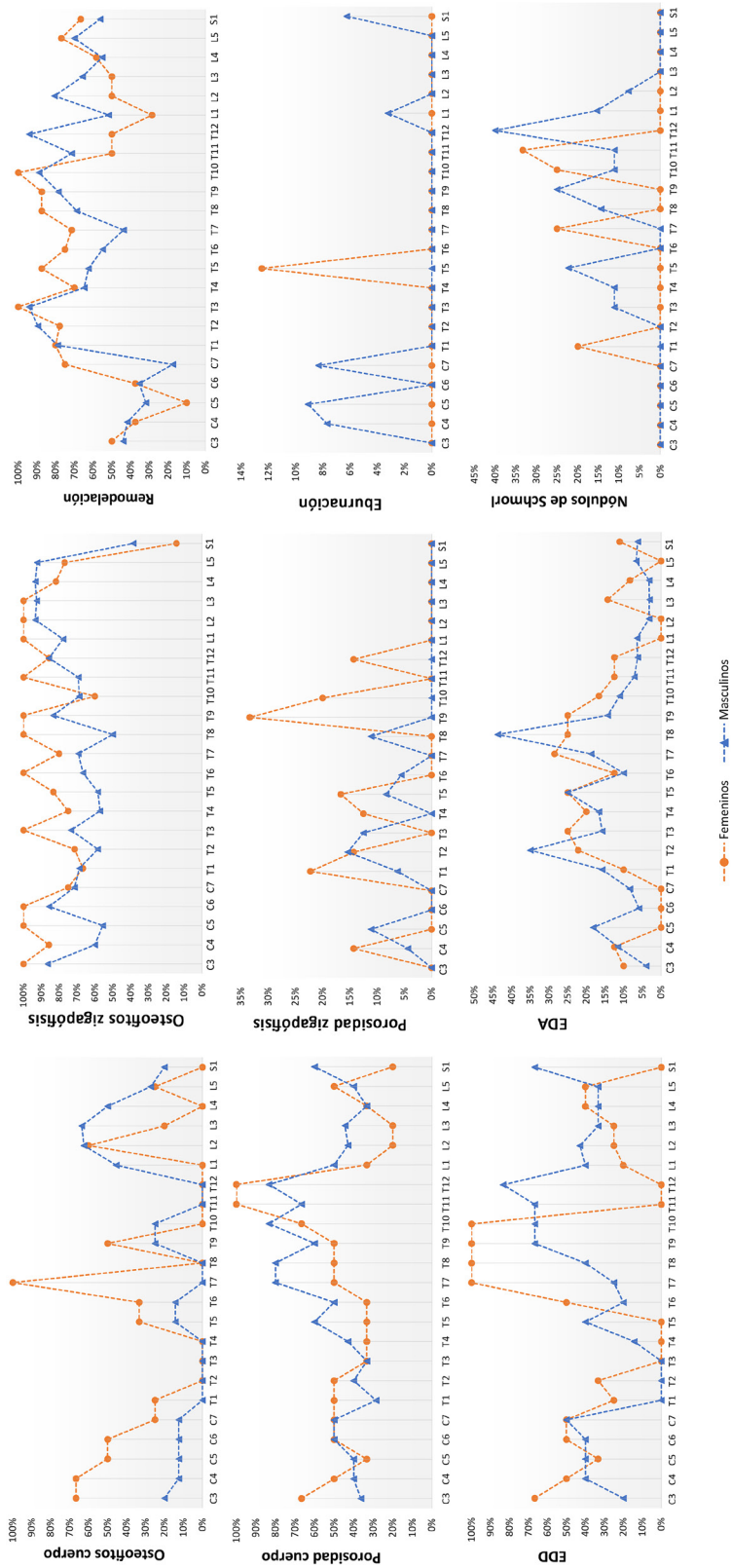


Figura 4. Prevalencias de cambios óseos y patologías articulares por vértebra.
Prevalence of bone changes and joint pathologies by vertebra.

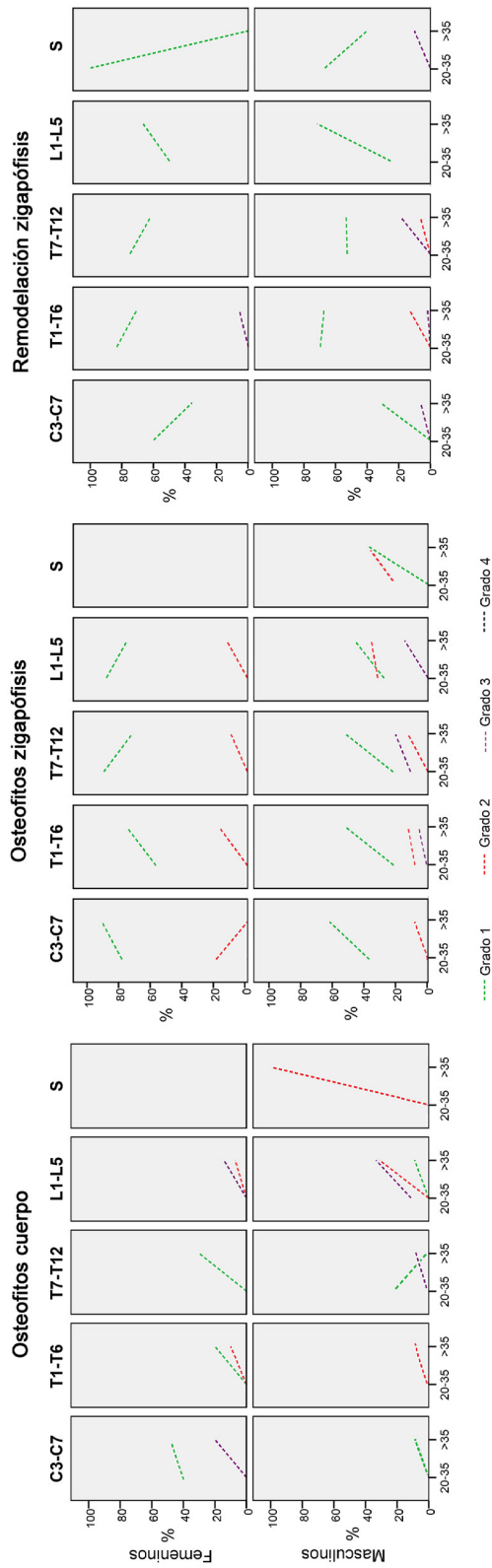


Figura 5. Prevalencias de grados de osteofitos marginales y de remodelación del contorno por sexo y edad.
Prevalence degrees (grades 1-4) of marginal osteophytes and contour remodeling degrees by sex and age.

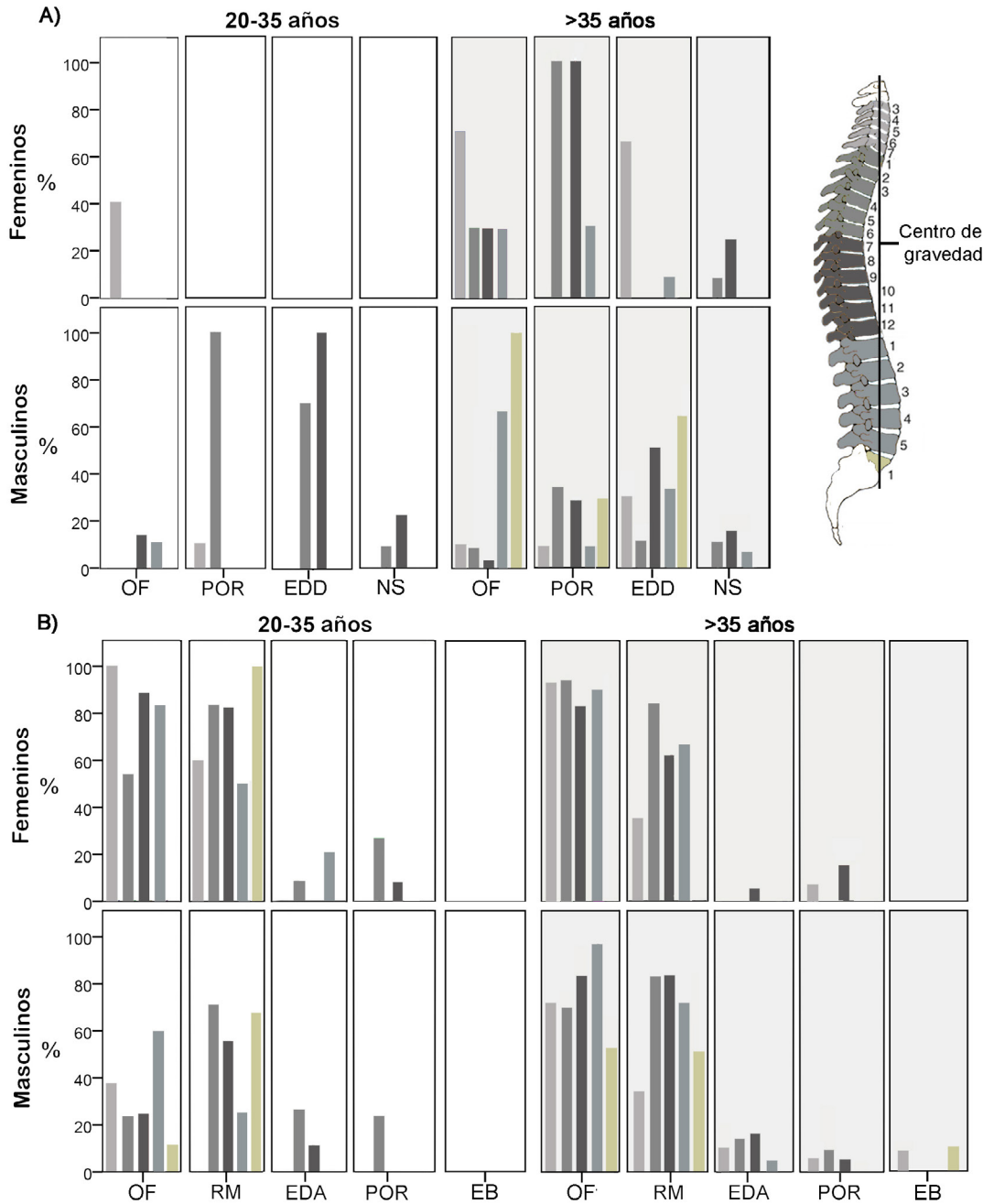


Figura 6. Prevalencias de cambios óseos y patologías articulares por sector vertebral según sexo y edad. OF: osteofitos marginales; POR: porosidad; EDD: enfermedad degenerativa de disco; NS: nódulos de Schmörl; RM: remodelación del contorno; EDA: enfermedad degenerativa articular; EB: eburnación.

Prevalence of bone changes and joint pathologies by vertebral sector according to sex and age. OF: marginal osteophytes; POR: porosity; EDD: degenerative disc disease; NS: Schmörl's nodes; RM: contour remodeling; EDA: degenerative joint disease; EB: eburnation.

a T5 entre los masculinos (Figura 4). El resto de los cambios óseos de los cuerpos vertebrales suceden principalmente entre T1-T2 para los femeninos, y en las vértebras subsiguientes a T4 en los masculinos. En las zigapófisis, ambos sexos presentan patrones similares, con incrementos y descensos de la prevalencia en las mismas vértebras o contiguas.

En T7 - T12, las zigapófisis femeninas también presentan una mayor prevalencia y grados de osteofitos y de remodelación marginal que aquellas de los individuos masculinos (Tablas 6 y 7). Los femeninos, a diferencia de los masculinos, no muestran un incremento significativo de estos cambios óseos con la edad (Figura 6). Además, el femenino de entre 20-35 años tiene prevalencias y grados más altos de osteofitos marginales que los masculinos del mismo rango etario (Tablas 6 y 7; Figura 6). Por otro lado, aunque sin resultados estadísticamente significativos, es notable la mayor prevalencia de osteofitos marginales en los cuerpos y EDD entre los femeninos (Tabla 8). Si bien los femeninos también tienen una mayor prevalencia para la porosidad de las zigapófisis, deja de ser significativa luego de la corrección Holm-Bonferroni en el MLG (Tabla 6). El resto de los cambios óseos tienen prevalencias similares en ambos sexos. Con respecto a los patrones de distribución, se observa una tendencia ascendente de la prevalencia desde T7 a T12 en ambos sexos, a excepción de la EDA que muestra el patrón opuesto (Figura 4). Por otra parte, la mayoría de los cambios óseos en los cuerpos vertebrales aparecen luego de los 35 años, y en las zigapófisis incrementan su prevalencia a partir de esa edad (Tabla 9; Figura 6).

Las prevalencias y grados de los cambios óseos y patologías en la región lumbar están principalmente determinados por un aumento en la edad (Tablas 6, 7 y 9; Figuras 5 y 6). Las diferencias entre ambos sexos se detectaron en los cuerpos vertebrales donde los masculinos tienen mayor prevalencia y grados de osteofitos marginales desde la adultez temprana. En las zigapófisis, también presentan osteofitos con mayor grado de desarrollo, pero a diferencia de los cuerpos, los estados avanzados aparecen luego de los 35 años. Por otro lado, aunque no son diferencias estadísticamente significativas, los hombres presentan nódulos de Schmörl y eburnación, ausentes entre los femeninos (Tabla 8). Todos los cambios óseos y patologías, excepto la EDA, muestran un aumento de la prevalencia con la edad (Figura 6; Tabla 9). Los patrones de distribución son similares entre los sexos para todos los cambios óseos y patologías, menos

para la EDA (Figura 4) en la que llamativamente tienen la misma prevalencia (Tabla 8).

En el sacro, la mayoría de los cambios óseos ocurren entre los masculinos y luego de los 35 años (Tablas 8 y 9; Figura 6). Los grados de osteofitos marginales y remodelación también aumentan con la edad entre los masculinos (Figura 5). La porosidad del cuerpo y EDD presentan patrones diferentes entre ambos sexos (Figura 4). Mientras que para los femeninos hay un brusco descenso de la prevalencia con respecto al sector lumbar, entre los masculinos ocurre lo contrario. En el resto de los cambios óseos y patologías, los patrones son similares.

En la Figura 7 se puede observar un resumen gráfico a fines de mostrar las tendencias promedio de los cambios óseos en ambos sexos y edades. Los gráficos comprenden el promedio de las prevalencias de los cambios óseos (osteofitos, porosidad, eburnación, remodelación del contorno y nódulos de Schmörl) por sector vertebral, diferenciando los cuerpos de las facetes vertebrales. Se muestra claramente el incremento etario de las prevalencias, así como las diferencias sexuales.

Discusión

Los cambios óseos y patologías articulares vertebrales de las sociedades cazadoras-recolectoras del extremo meridional de la Cuenca del Plata fueron ocasionados por el avance etario, las presiones axiales ejercidas por la postura bípeda y, posiblemente, por actividades cotidianas. Esto último se sostiene por su presencia en individuos adultos jóvenes y por las diferencias sexuales en algunos patrones de distribución. No obstante, algunos de estos resultados pueden ser consecuencia de la baja cantidad de individuos femeninos y su ausencia entre los mayores de 50 años, junto al bajo número de adultos jóvenes. Por lo tanto, las interpretaciones derivadas de estos análisis deberán reevaluarse en muestras que cumplan con esas características. A pesar de esto, los patrones observados coinciden con aquellos de casos clínicos y arqueológicos de sociedades prehistóricas, lo que garantiza un buen nivel de fiabilidad de los resultados. A nivel general, las prevalencias de los cambios óseos en los individuos analizados muestran un incremento en sentido cráneo-caudal, con los picos de mayor prevalencia (principalmente entre los masculinos) en las vértebras que se alejan del centro de gravedad (Bridges 1994; Gloobe 1977; Knüsel et al. 1997; Sofaer Derevenski 2000).

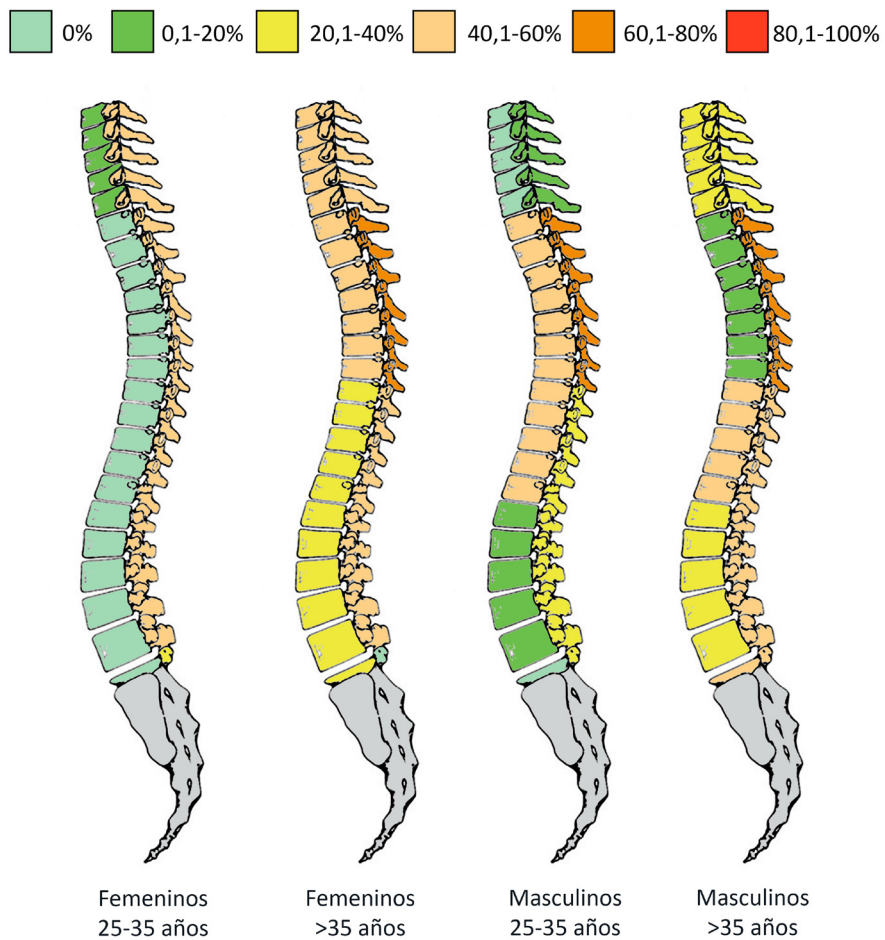


Figura 7. Promedio de prevalencias de cambios óseos para cuerpos y facetas vertebrales por sexo y edad.

Average prevalence of bone changes for vertebral bodies and facets by sex and age.

Las prevalencias de la EDD y nódulos de Schmörl coinciden con aquellas de otras poblaciones prehistóricas (Arrieta y Mendonça 2011; Cornero et al. 2008; González-Reimers et al. 2002; Henríquez y Arriaza 2013; Klaus et al. 2009; Rojas-Sepúlveda et al. 2008; Salega y Fabra 2013; Suby 2014; Weiss 2005), ambas con un aumento luego de los 35 años. El deterioro etario del disco intervertebral seguramente incidió en la presencia de hernias de disco, tal como lo demuestra la significativa asociación entre los nódulos de Schmörl y la EDD. Sin embargo, ambas patologías también se detectaron entre algunas vértebras torácicas de los individuos masculinos adultos jóvenes (20-35 años). Su presencia en edades adultas tempranas fue adjudicada a la turgencia del núcleo pulposo y, en el caso de los nódulos de Schmörl, a su combinación con zonas débiles del cartílago articular o del hueso

subcondral de los cuerpos vertebrales, ambas ligadas a problemas de desarrollo (regresión del notocordio) o al suplemento sanguíneo (Chandraraj et al. 1998; Resnick y Niwayama 1978). Esta predisposición se agrava al aumentar la presión axial debido a, por ejemplo, cierta demanda en las actividades cotidianas. No obstante, otros estudios demostraron que los nódulos de Schmörl pueden ocurrir en vértebras sanas producto de actividades que impliquen compresión axial y movimientos de flexión y extensión o rotatorios de la columna vertebral, principalmente durante la adolescencia (Callaghan y McGill 2001; Dar et al. 2010; Faccia y Williams 2008; Hansson et al. 1987; Wagner et al. 2000). A su vez, señalan que los nódulos de Schmörl son un fenómeno progresivo, lo cual explica su mayor prevalencia luego de los 35 años. Por lo tanto, los nódulos de Schmörl y la EDD en

individuos masculinos adultos jóvenes de la muestra analizada podrían deberse a problemas de desarrollo o del suplemento sanguíneo y/o a actividades adultas iniciadas durante la adolescencia que implicaron un aumento en la presión axial sobre las vértebras torácicas, quizás relacionada con el acarreo de objetos pesados. Los discos intervertebrales de este sector son más propensos a fisurarse durante un aumento en la compresión, principalmente, durante la juventud debido a la turgencia de los discos (Adams y Dolan 2012). Diversas fuentes etnográficas de otras sociedades cazadoras-recolectoras señalan la participación activa de niños desde edades tempranas en la adquisición de alimentos (p.ej., Bird y Bird 2000; Bradley 1993; Hawkes et al. 1995). Lamentablemente, la información etnográfica disponible para el área en cuestión no contempla este aspecto; no obstante, Loponte (2008), basado en datos etnográficos de zonas más septentrionales de la Cuenca del Plata, sugirió que los infantes de las sociedades analizadas podrían haber cooperado en actividades de subsistencia cazando pequeños animales con arco y flecha o pequeñas boleadoras. Dado que el individuo femenino adulto joven no presenta nódulos de Schmörl, se propone que los hombres y mujeres comenzaban a realizar actividades adultas a diferentes edades, o bien que implicaban diferente intensidad o movimientos, lo cual tuvo un impacto diferencial sobre los cuerpos vertebrales de ambos sexos. Esta hipótesis deberá someterse a prueba en muestras con un número mayor de individuos femeninos adultos jóvenes.

La manifestación de los nódulos de Schmörl, principalmente entre los masculinos en las últimas vértebras torácicas y lumbares, es un patrón común a todas las muestras esqueléticas, independientemente de su cronología y estilo de vida, lo cual nos advierte sobre el rol de factores genéticos sobre la presencia de esta patología. De hecho, se ha propuesto que las diferencias morfométricas que existen entre ambos sexos podrían ser causantes de este patrón (p.ej., Dar et al. 2009; Faccia y Williams 2008; Üstündağ 2009). Por otro lado, se han encontrado diferencias entre vértebras con nódulos de Schmörl y vértebras sanas en la morfología del foramen neural, en la longitud de los pedículos y en la redondez de los cuerpos vertebrales que afectarían el soporte de la columna durante la postura bípeda y la locomoción, conduciendo a la presencia de hernias (Plomp et al. 2015). Por lo tanto, es posible que algunos individuos en particular hayan sido más propensos a desarrollar nódulos de Schmörl en la muestra analizada, entre

los cuales algunas actividades realizadas durante la adolescencia habrían acelerado su aparición.

La prevalencia de hernias de disco podría incrementarse si se considera a los osteofitos marginales de los cuerpos vertebrales no asociados a la EDD, ya que el desplazamiento lateral y anterior del disco intervertebral produce osteofitos como respuesta compensatoria para estabilizar la articulación, pero no genera osteólisis (Aufderheide y Rodríguez-Martín 2006; Mann y Hunt 2005). No obstante, para que un desplazamiento del disco sea considerado hernia tiene que haber una alteración en el anillo fibroso (Fardon et al. 2014), aspecto que no podemos observar a nivel arqueológico; por lo tanto, su inclusión debe considerarse con cautela. Estas dislocaciones de los tejidos del disco intervertebral ocurren en el 15% de las columnas registradas clínicamente, con preferencia entre las mujeres, en las últimas vértebras cervicales y lumbares y en S1 (Sarzi-Puttini et al. 2004). En la muestra analizada, los osteofitos marginales fueron registrados en un 23,3% del total de las superficies articulares de los cuerpos vertebrales, principalmente en el sector cervical y lumbar, coincidiendo con el rango de prevalencias de otras sociedades prehispanicas (10 - 80%; Arrieta y Mendonça 2011; Bridges 1994; Cornero et al. 2008; López-Barrales et al. 2015; Rojas-Sepúlveda et al. 2008; Salega y Fabra 2013). Los osteofitos marginales han sido interpretados como indicador de senilidad (Kalichman 2010; Sarzi-Puttini et al. 2004). Sin embargo, otros estudios clínicos demostraron que no siempre se deben al deterioro del cartílago articular, sino que también pueden ocurrir en articulaciones sanas (Van der Kraan y Van den Berg 2007). En la muestra analizada, su prevalencia aumenta en sentido cráneo-caudal, esperable por las presiones axiales ejercidas por la postura bípeda, y se manifiestan tanto en los individuos adultos jóvenes como, principalmente, entre aquellos mayores de 35 años. La presencia de osteofitos marginales entre individuos jóvenes ha sido asociada al estímulo mecánico, el cual acelera la aparición de ciertos cambios óseos en las articulaciones como un mecanismo de protección para estabilizar la articulación (Gloobe 1977; Van der Kraan y Van den Berg 2007); mientras que entre los adultos mayores sería principalmente causa del envejecimiento del disco intervertebral, de la acumulación de presiones impuestas por la postura bípeda y, posiblemente, por ciertas actividades (Gloobe 1977; Van der Kraan y Van den Berg 2007; Waldron 2012).

Los individuos femeninos presentan osteofitos marginales en los cuerpos cervicales desde los 20-35 años y particularmente en C3-C4, donde la prevalencia es tres veces superior a la de los masculinos. Un aumento de las presiones mecánicas en el sector cervical puede dar origen a dicho patrón, como ser el llevar peso sobre la cabeza o la utilización de algún soporte ajustado a ella (p.ej., mecapales¹ o *tumplines*; Bridges 1994; López-Barrales et al. 2015; Lovell 1994). Si bien no contamos con registros del uso de estos dispositivos para el área de estudio, en otras zonas de la Cuenca del Plata se ha registrado la utilización de mecapales atados a la cabeza para el acarreo de presas o de agua desde edades tempranas (Métraux 1996). A diferencia de la región lumbar, el sector cervical tiene poca capacidad de soportar pesos (Pal y Routal 1986; Sarzi-Puttini et al. 2004); por lo tanto, un aumento en la presión axial desde la niñez o adolescencia pudo haber acelerado la aparición de osteofitos marginales. Este hecho se ve reforzado por la presencia de remodelación del contorno y de grados avanzados de osteofitos marginales en las zigapófisis cervicales del individuo femenino joven. Además, los femeninos en general tienen una alta prevalencia de EDD en C3, con nódulos de Schmörl y osteofitos marginales en el cuerpo de T1, características ausentes entre los masculinos. Estos cambios podrían deberse al aumento de las presiones compresivas axiales por llevar peso sobre la cabeza, ya que este tipo de fuerzas tienen un mayor impacto sobre los arcos vertebrales de la región cervical y sobre los cuerpos de las primeras vértebras torácicas, particularmente T1-T2, debido a su ubicación con respecto al centro de gravedad (Pal y Routal 1986). Por el contrario, si la curvatura de la columna vertebral fuera el agente causal de la presencia de osteofitos, esperaríamos que las vértebras C5-C6 fueran las más afectadas, ya que es el punto de máxima curvatura de dicho sector (Gloobe 1977; Knüsel et al. 1997). De hecho, este patrón es el que se observa entre los masculinos, junto a la presencia de EDA con señales de eburnación luego de los 35 años. En cambio, entre los femeninos, la EDA ocurre en C3-C4. Lamentablemente, no pudimos estimar la edad de estos individuos.

Los patrones de distribución de los cambios óseos de las zigapófisis de los sectores torácicos y lumbares son similares para ambos sexos, cuyas prevalencias coinciden con la ubicación de las vértebras en relación al centro de gravedad y con el aumento de presiones axiales por la postura bípeda (Adams y Dolan 2012; Gloobe 1977; Kalichman 2010; Knüsel et al. 1997).

Por otro lado, en el MLG los femeninos presentan grados más avanzados de osteofitos marginales en las zigapófisis del sector T7-T12. No obstante, estas diferencias parecen estar influenciadas por la mayor prevalencia del grado 1 entre los femeninos, ya que los masculinos presentan, aunque con muy bajos porcentajes, osteofitos marginales con grado 3 desde los 20-35 años (Figura 5). Las zigapófisis están bajo la presión de demandas mecánicas que son diferentes a las de los cuerpos vertebrales, relacionadas más con el movimiento que con la compresión. Si bien no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las zigapófisis de ambas lateralidades, es posible que ciertas demandas mecánicas de los miembros superiores hayan acelerado y pronunciado los cambios óseos en la región torácica en algunos individuos masculinos jóvenes, ya que varios de los músculos encargados del movimiento de los brazos se insertan en el sector torácico (Bridges 1994; Cantarella 1999). Esto guarda relación con los resultados de un estudio reciente que señala una mayor robusticidad en la zona de inserción del músculo dorsal ancho entre los individuos masculinos jóvenes de estas sociedades (Mazza 2019). Este músculo se origina en T6 a L5 como si fuera un gran abanico que converge insertándose en el surco intertubercular del húmero; se encarga de asistir en la rotación del brazo y mueve el brazo de atrás hacia adentro desde una posición saliente (Cantarella 1999), como por ejemplo durante el remo, actividades de arroje o al levantar elementos pesados del suelo. Sin embargo, al igual que lo mencionado para la EDD y los nódulos de Schmörl, no puede descartarse que estos individuos hayan tenido cierta predisposición genética a desarrollar osteofitos marginales en las vértebras (Adams y Roughley 2006; Kalichman 2010; Spector y MacGregor 2004). Por otra parte, es evidente la influencia del avance etario. La mayoría de las prevalencias y grados de los cambios óseos y patologías articulares aumentan luego de los 35 años en ambos sexos, lo cual es esperable como parte del envejecimiento del disco intervertebral y del cartílago articular (Adams y Dolan 2012; Gloobe 1977; Kalichman 2010).

Las consecuencias de la postura bípeda son evidentes en el sector lumbar y sacro, donde las prevalencias de osteofitos marginales en los cuerpos vertebrales y zigapófisis son más altas que para los otros sectores vertebrales. Esto es debido a que las vértebras lumbares y sacras actúan de soporte de toda la columna vertebral y, por lo tanto, están sometidas a mayores presiones mecánicas (Cholewicki y McGill

1996; Waldron 2019). El tamaño corporal es uno de los factores que ejerce presiones sobre este sector (Brown et al. 2008; Gellhorn et al. 2012), lo que explica la mayor prevalencia de varios cambios óseos entre los individuos masculinos y la diferencia significativa en la presencia de osteofitos en relación a los femeninos. A su vez, las zigapófisis del sector lumbar están bajo el estrés que implica resistir los movimientos de flexión y extensión de la columna vertebral (Gloobe 1977; Kalichman 2010). La acumulación de estas presiones mecánicas deriva en la destrucción del cartílago articular y en la disminución del espacio intervertebral en individuos mayores (Sarzi-Puttini et al. 2004), lo cual explica que la mayoría de los cambios óseos se observen luego de los 35 años de edad.

La porosidad en las articulaciones merece una discusión aparte ya que no hay consenso con respecto a su etiología. En la muestra analizada, ambos sexos presentan un incremento de su prevalencia hacia los últimos cuerpos torácicos y un patrón irregular en las zigapófisis, lo cual puede relacionarse con los cambios en la curvatura de la columna vertebral (Sofaer Derevenski 2000). Por otro lado, estos patrones de distribución son similares a los de la EDD y EDA, particularmente entre los masculinos. Esta evidencia, junto a que la porosidad no está asociada a otros cambios óseos, apoya la hipótesis de que la porosidad precede al daño articular y comparte una etiología común con dichas patologías articulares (Botter et al. 2011; Wood 1995 en Rothchild 1997; Wren 2007). Además, la porosidad de los cuerpos vertebrales y zigapófisis fue detectada en algunos individuos adultos jóvenes (20-35 años), lo cual podría ser evidencia de una prematura desnutrición del cartílago articular. En sustento de esta hipótesis, está la presencia de EDA y EDD en algunos individuos jóvenes, así como el incremento de la prevalencia de la porosidad y de ambas patologías articulares luego de los 35 años. Por otra parte, en los PCA la porosidad de las facetas articulares está cercana a los osteofitos y a la porosidad de los cuerpos vertebrales, lo que confirmaría que algunos cambios óseos de las zigapófisis son consecuencia de la degeneración del disco intervertebral (Adams y Dolan 2012; Suri et al. 2011). La función de las facetas articulares y de los discos intervertebrales son interdependientes y, por lo tanto, la degradación del material y propiedades estructurales de uno tiene impactos en el funcionamiento del otro, aunque todavía no hay consenso sobre el sentido de la acción y los tiempos que conllevan (Adams y Dolan 2012; Jaumard et al.

2011; Suri et al. 2011). En la muestra analizada, más de la mitad de las superficies articulares con EDA sucede en vértebras con EDD.

La prevalencia de la EDA es menor a la registrada en otras sociedades prehispánicas (p.ej., Bridges 1994; Flensburg 2015; Rojas-Sepúlveda et al. 2008; Scabuzzo y Ramos van Raap 2019; Woo y Sciulli 2013). Esta discrepancia puede deberse a la disparidad de criterios utilizados por diferentes investigadores para registrar esta patología (Arrieta 2019; Rojas-Sepúlveda et al. 2008). El criterio de diagnóstico basado en dos indicadores óseos, junto con la baja prevalencia de eburnación y de porosidad, podría estar subrepresentándola. Se podría incrementar la prevalencia de la EDA si la remodelación del contorno de las facetas articulares se incluyera en su estimación (Knüsel et al. 1997; Rojas-Sepúlveda et al. 2008; Zhang et al. 2017). No obstante, algunos estudios indican que la remodelación es un cambio óseo relacionado con presiones mecánicas y no con la degeneración del cartílago articular (Michael y Manolis 2020; Sofaer Derevenski 2000). Por lo tanto, se tomó la decisión de no incluirlo en el cálculo de la EDA. A pesar de las diferencias en las prevalencias con respecto a otras investigaciones, los resultados de este trabajo coinciden en que esta patología articular está relacionada al incremento etario. Por otro lado, la prevalencia de la EDA del 11,6% registrada en este trabajo concuerda con aquella del esqueleto postcranial de estas poblaciones cazadoras-recolectoras (11,3%), donde también se manifiesta principalmente en los individuos mayores de 35 años (Mazza 2020).

La degeneración de las articulaciones es una condición progresiva que involucra modificaciones de propiedades materiales, bioquímicas y estructurales de muchos tejidos (Jaumard et al. 2011). Si bien las respuestas y sintomatología asociada varían entre los individuos, algunas de las patologías o cambios óseos articulares podrían haber afectado su desenvolvimiento cotidiano. Aunque la relación entre sentir dolor y la presencia de nódulos de Schmörl, osteofitos marginales, EDD y EDA no es del todo precisa, un porcentaje de los pacientes con dichas patologías experimentan fuertes dolores de espalda, rigidez y limitación en los movimientos, que llegan a afectar sus actividades cotidianas (Gellhorn et al. 2012; Lawrance 1969; Middleton y Fish 2009; Plomp 2017; Sarzi-Puttini et al. 2004). Además, aquellos que presentan nódulos de Schmörl en el centro de la superficie articular o con desplazamiento del material del disco intervertebral, tal como el registrado en la

muestra analizada, son más proclives a padecer algún tipo de dolor o limitación, ya que podrían presionar las raíces nerviosas cercanas al canal medular (Faccia y Williams 2008; Pfirrmann y Resnick 2001; Plomp 2017; Williams et al. 2007).

Conclusiones

Los cambios morfológicos óseos y patologías articulares de la columna vertebral son fenómenos que ocurren frecuentemente en poblaciones pasadas y presentes (Waldron 2019) y, por lo tanto, han sido objeto de estudio de varias investigaciones clínicas y arqueológicas. No obstante, su etiología multifactorial y la ausencia de registros etnográficos en varias poblaciones arqueológicas dificultan su interpretación en muestras esqueléticas. Por lo tanto, es imprescindible aplicar pruebas estadísticas multivariadas que permitan el control de covariables. En este trabajo, la aplicación de MLG permitió evaluar el impacto de cada factor por separado. Entre ellos, el incremento etario es el que tuvo mayor influencia sobre la salud articular de las poblaciones cazadoras-recolectoras del sur de la Cuenca del Plata. Sin embargo, algunos cambios

óseos ya estaban presentes en individuos jóvenes. Estos datos, sumados a diferencias en las prevalencias y patrones entre ambos sexos, proponen que algunas actividades practicadas desde la adolescencia tuvieron cierto impacto en la salud articular de los individuos analizados; aunque no puede descartarse que algunos cambios óseos hayan estado influenciados por factores genéticos.

Es importante mencionar que algunos de los resultados obtenidos y sus interpretaciones podrían estar influenciados por la conformación de la muestra. Por lo tanto, deberán ponerse a prueba con una mayor cantidad de individuos femeninos y adultos jóvenes, así como mediante otros indicadores óseos.

Agradecimientos: A Daniel Loponte y Alejandro Acosta por sus comentarios sobre una versión preliminar de este artículo. A los curadores de las colecciones osteológicas del Museo de La Plata, Mariano Del Papa y Andrés DiBastiano. Este trabajo recibió financiamiento del CONICET y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2018-02821). A los evaluadores por el tiempo dedicado en la revisión de este artículo.

Referencias Citadas

- Acosta, A., D. Loponte y P. Tchilinguirian 2010. Análisis comparativo sobre la estructura y los procesos de formación de los depósitos arqueológicos en el humedal del río Paraná inferior (delta del Paraná). En *Arqueología de los Cazadores Recolectores en la Cuenca del Plata*, editado por G. Cocco y M.R. Feuillet Terzaghi, pp. 191-208. Centro de Estudios Hispanoamericanos, Santa Fe.
- Adams, M. y P. Dolan 2012. Intervertebral disc degeneration: evidence for two distinct phenotypes. *Journal of Anatomy* 221 (6):497-506.
- Adams, M. y P. Roughley 2006. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine* 31 (18):2151-2161.
- Aluoch, M. y H. Wao 2009. Risk factors for occupational osteoarthritis. A literature review. *Workplace Health & Safety* 57 (7):283-290.
- Arrieta, M. 2019. Abordajes y perspectivas para el relevamiento de cambios degenerativos articulares en restos óseos humanos. En *Metodologías para el Estudio de Restos Esqueléticos en Argentina: Actualizaciones y Nuevas Perspectivas*, editado por M. Fabra, P. Novellino, M. Arrieta y S. Salega, pp. 23-50. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Filosofía y Humanidades, Córdoba.
- Arrieta, M. y O. Mendonça 2011. Enfermedad degenerativa articular y uso del cuerpo en Rincón Chico 21 (Santa María, Catamarca). *Revista Argentina de Antropología Biológica* 13 (1):3-17.
- Aufderheide, A. y C. Rodríguez-Martín 2006. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bird, D.W. y R.B. Bird 2000. The ethnoarchaeology of juvenile foragers: shellfishing strategies among Meriam children. *Journal of Anthropological Archaeology* 19 (4):461-476.
- Bonomo, M., G. Politis y P. Gianotti 2011. Montículos, jerarquía social y horticultura en las sociedades indígenas del delta del río Paraná (Argentina). *Latin American Antiquity* 22 (3):297-333.
- Botter, S., G. van Osch, S. Clockaerts, J. Waarsing, H. Weinans y J. van Leeuwen 2011. Osteoarthritis induction leads to early and temporal subchondral plate porosity in the tibial plateau of mice. *Arthritis and Rheumatism* 63 (9):2690-2699.
- Bradley, C. 1993. Women's power, children's labor. *Cross-Cultural Research* 27 (1-2):70-96.
- Bridges, P. 1994. Vertebral arthritis and physical activities in the prehistoric southeastern United States. *American Journal of Physical Anthropology* 93 (1):83-93.
- Brooks, S. y J.M. Suchey 1990. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution* 5 (3):227-238.
- Brown, K.R., P. Pollintine y M.A. Adams 2008. Biomechanical implications of degenerative joint disease in the apophyseal joints of human thoracic and lumbar vertebrae. *American Journal of Physical Anthropology* 136 (3):318-26.

- Buc, N. 2010. Explorando la variabilidad de la tecnología ósea a lo largo de la cuenca inferior del río Paraná. *Pesquisas, Antropología* 68:133-166.
- Buc, N., A. Acosta y D. Loponte 2019. Cuentas y tembetás malacológicos de los grupos cazadores-recolectores prehispánicos del humedal del Paraná inferior. *Comechingonia* 23 (1):87-113.
- Buckwalter, J.A. y J.A. Martin 2006. Osteoarthritis. *Advanced Drug Delivery Reviews* 58 (2):150-67.
- Buikstra, J. y D. Ubelaker 1994. *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Arkansas Archaeological Survey, Fayetteville.
- Caggiano, M.A., O. Flores, M. Méndez y S. Salceda 1978. Nuevos aportes para el conocimiento antropológico del delta del Paraná. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XII:155-174.
- Calce, S., H. Kurki, D. Weston y L. Gould 2017. Principal component analysis in the evaluation of osteoarthritis. *American Journal of Physical Anthropology* 162 (3):476-490.
- Callaghan, J. y S. McGill 2001. Intervertebral disc herniation: studies on a porcine model exposed to highly repetitive flexion/extension motion with compressive force. *Clinical Biomechanics* 16 (1):28-37.
- Cantarella, V. 1999. *Bones and Muscles: an Illustrated Anatomy*. Wolf Fly Press, New York.
- Cerda, J., C. Vera y G. Rada 2013. Odds ratio: aspectos teóricos y prácticos. *Revista Médica de Chile* 141 (10):1329-1335.
- Chandraraj, S., C. Briggs y K. Opeskin 1998. Disc herniations in the young and end-plate vascularity. *Clinical Anatomy* 11(3):171-176.
- Cholewicki, J. y S. McGill 1996. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical Biomechanics* 11 (1):1-15.
- Chrisletta, P. y D. Spini 2004. An introduction to generalized estimating equations and an application to assess selectivity effects in a longitudinal study on very old individuals. *Journal of Educational and Behavioral Statistics* 29(4):421-437.
- Coggon, D., P. Croft, S. Kellingray, D. Barret, M. McLaren y C. Cooper 2000. Occupational physical activities and osteoarthritis of the knee. *Arthritis & Rheumatism* 43 (7):1443-1449.
- Cornero, S., A. Rigalli y R. Puche 2008. Patología de columna vertebral de una población prehistórica costera del río San Javier (Alejandra, Santa Fe, Argentina). *Actualizaciones en Osteología* 4 (3):113-119.
- Dar, G., Y. Masharawi, S. Peleg, N. Steinberg, H. May, B. Medlej, N. Peled y I. Hershkovitz 2010. Schmorl's nodes distribution in the human spine and its possible etiology. *European Spine Journal* 19 (4):670-675.
- Dar, G., S. Peleg, Y. Masharawi, N. Steinberg, H. May e I. Hershkovitz 2009. Demographical aspects of Schmorl nodes. A skeletal study. *Spine* 34 (9):E312-E315. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181995fc5
- Del Papa, M., C. Scabuzzo, M.A. Ramos van Raap, J.P. Atencio, G. Bollini y D. Bonilla 2020. Reanálisis de las muestras bioarqueológicas provenientes de los sitios Palo Blanco y Los Talas (partido de Berisso, provincia de Buenos Aires). *Intersecciones en Antropología* 21 (1):85-98.
- Del Papa, M., C. Scabuzzo, M.A. Ramos van Raap, D. Bonilla y V. Pennini 2016. Nuevos análisis bioarqueológicos de la colección osteológica del sitio Paraná Ibicuy 1 (Delta Inferior del río Paraná, Entre Ríos). *Intersecciones en Antropología* 17:263-267.
- Faccia, K. y R. Williams 2008. Schmorl's Nodes: Clinical significance and implications for the bioarchaeological record. *International Journal of Osteoarchaeology* 18 (1):28-44.
- Fardon, D., A. Williams, E. Dohring, F.R. Murtagh, S. Rothman y G. Sze 2014. Lumbar disc nomenclature: version 2.0. Recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, the American Society of Spine Radiology and the American Society of Neuroradiology. *The Spine Journal* 14 (11):2525-2545.
- Farro, M. 2011. Colecciones de cráneos, fotografías y manuscritos en el desarrollo de la antropología física y de la etnografía lingüística en la Argentina a fines del siglo XIX. En *Coleccionismos, Prácticas de Campo e Representações*, editado por M. Lopes y A. Hiezer, pp. 93-104. Universidade Estadual de Paraíba, Campina Grande.
- Felson, D.T. 2013. Osteoarthritis as a disease of mechanics. *Osteoarthritis and Cartilage* 21 (1):10-15.
- Field, A. 2009. *Discovering Statistics Using SPSS*. SAGE, London.
- Flensburg, G. 2015. Health and disease of hunter-gatherer groups from the eastern Pampa-Patagonia transition (Argentina) during the Late Holocene. *Anthropological Science* 124 (1):29-44.
- Fucks, E., G. D'Amico, M.F. Pisano y G. Nuccetelli. 2017. Evolución geomorfológica de la región del Gran La Plata y su relación con eventos catastróficos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 74 (2):141-154.
- Gellhorn, A., J. Katz y P. Suri 2012. Osteoarthritis of the spine: the facet joints. *Nature Reviews Rheumatology* 9(4):216-224.
- Gloobe, H. 1977. Osteofitos vertebrales (consideraciones clínicas en humanos y ratas). *Revista Médica de Costa Rica* XLIV:139-142.
- González-Reimers, E., M. Mas-Pascual, M. Arnay-de-la-Rosa, J. Velasco-Vázquez y F. Santolaria-Fernández 2002. Schmorl nodes: lack of relationship between degenerative changes and osteopenia. *Radiology* 222 (1):293-294.
- Guarido, A., B. Mazza, A. Acosta y D. Loponte 2021. Hunter-gatherer's mortuary practices in artificial mounds of the lower Paraná River basin (Argentina): an approach through funerary taphonomy. *Journal of Archaeological Science: Reports* 36:102860. DOI 10.1016/j.jasrep.2021.102860
- Hansson, T., T. Keller y D. Spengler 1987. Mechanical behavior of the human lumbar spine. II Fatigue strength during dynamic compressive loading. *Journal of Orthopaedic Research* 5 (4):479-487.
- Hawkes, K., F. O'Connell y N.G. Blurton Jones 1995. Hadza children's foraging: juvenile dependency, social arrangements, and mobility among hunter-gatherers. *Current Anthropology* 36 (4):688-700.

- Henríquez, M. y B. Arriaza 2013. Distribución y frecuencia de Nódulos de Schmorl en la columna vertebral de poblaciones prehispánicas de Arica: ¿indicadores de la carga laboral? *Chungara Revista de Antropología Chilena* 45 (2):311-319.
- Hilton, R., J. Ball y T. Ben 1978. Vertebral end-plate lesions (Schmorl's nodes) in the dorsolumbar spine. *Annals of Rheumatic Diseases* 35 (2):127-132.
- Hogg, A., T. Heaton, Q. Hua, J. Palmer, C. Turney, J. Southon, A. Bayliss, P. Blackwell, G. Boswijk, C. Ramsey, C. Pearson, F. Petchey, P. Reimer, R. Reimer y L. Wacker 2020. SHCal20 Southern hemisphere calibration, 0-55,000 years cal BP. *Radiocarbon* 62 (4):759-778.
- Jaumard, N., W. Welch y B. Winkelstein 2011. Spinal facet joint biomechanics and mechanotransduction in normal, injury and degenerative conditions. *Journal of Biomechanical Engineering* 133 (7):071010-31. DOI 10.1115/1.4004493
- Jurmain, R., F. Alves Cardoso, C. Henderson y S. Villote 2012. Bioarchaeology's Holy Grail: The reconstruction of activity. En *A Companion to Paleopathology*, editado por A. Grauer, pp. 531-552. Wiley-Blackwell, Chichester.
- Kalichman, L. 2010. The etiology of intervertebral disc degeneration. *IBMS BoneKEy* 7 (11):388-405.
- Klaus, H.D., C. Spencer Larsen y M.E. Tam 2009. Economic intensification and degenerative joint disease: life and labor on the postcontact north coast of Peru. *American Journal of Physical Anthropology* 139 (2):204-221.
- Knüsel, C., S. Göggel y D. Lucy 1997. Comparative degenerative joint disease of the vertebral column in the medieval monastic cemetery of the Gilbertine Priory of St. Andrew, Fishergate, York, England. *American Journal of Physical Anthropology* 103 (4):481-495.
- Lawrance, J. 1969. Disc degeneration. Its frequency and relationship to symptoms. *Annals of the Rheumatic Diseases* 28 (2):121-138.
- Lieverse, A., B. Mack, V.I. Bazaliiskii y A.W. Weber 2016. Revisiting osteoarthritis in the Cis-Baikal: Understanding behavioral variability and adaptation among middle Holocene foragers. *Quaternary International* 405 (Part B):160-171.
- Lopes de Souza, P. 1839. *Diário da Navegação da Armada que foi a Terra do Brasil em 1530*. Sociedade Propagadora dos Conhecimentos Uteis, Lisboa.
- López-Barrales, R., M. Hubbe, E. Aspillaga, W.A. Neves y H. Niemeyer 2015. Osteofitosis vertebral en poblaciones prehispánicas de San Pedro de Atacama, norte de Chile. *Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas* 50:177-194.
- Loponte, D. 2008. *Arqueología del Humedal del Paraná Inferior (Bajíos Ribereños Meridionales)*. Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires.
- Loponte, D. 2020. La agricultura prehispánica en el nordeste argentino analizada a través de los isótopos estables. *Anuario de Arqueología* 12:25-64.
- Loponte, D., A. Acosta y M.J. Corriale 2016. Isotopic trends in the diets of hunter-gatherers of the lower Paraná wetland, South America. *Journal of Archaeological Science: Reports* 9:259-274. DOI 10.1016/j.jasrep.2016.07.023
- Loponte, D., A. Acosta y L. Mucciolo 2012. Contribución a la arqueología del delta del Paraná: El nivel acerámico del sitio Isla Lechiguanas 1. *Comechingonia* 16:229-268.
- Loponte, D., A. Acosta y P. Tchilinguirian 2016. Estructuras "monticulares", unidades arqueológicas y falsas premisas en la arqueología del Noreste Argentino. *Anuario de Arqueología* 8:45-78.
- Lothrop, S. 1932. Indians of the Parana delta. *Annals of the New York Academy of Science* XXXIII:77-232.
- Lovejoy, C.O., R.S. Meindl, T. Pryzbeck y R. Mensforth 1985. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology* 68 (1):15-28.
- Lovell, N. 1994. Spinal arthritis and physical stress at Bronze age Harappa. *American Journal of Physical Anthropology* 93 (2):149-164.
- Luna, L., C. Aranda y A. Amorim Alves 2016. Reflexiones sobre el relevamiento y análisis comparativo de patologías osteoarticulares en restos esqueléticos humanos. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 19 (1):7-14.
- Mann, R. y D. Hunt. 2005. *Photographic Regional Atlas of Bone Disease: A Guide to Pathologic and Normal Variation in the Human Skeleton*. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois.
- Mazza, B. 2010. Cerro Lutz: aproximaciones al estudio de las prácticas mortuorias de las sociedades cazadoras-recolectoras del humedal del Paraná inferior. *La Zaranda de Ideas* 6:91-116.
- Mazza, B. 2015. Colecciones antiguas, datos nuevos: primeros resultados del análisis de las colecciones bioarqueológicas del humedal del Paraná inferior. *Revista del Museo de Antropología* 8 (1):133-146.
- Mazza, B. 2016a. Auditory exostoses in pre-Hispanic populations of the Lower Paraná Wetlands, Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 26 (3):420-430.
- Mazza, B. 2016b. Determinación sexual en huesos largos de miembros superiores e inferiores para sociedades cazadoras-recolectoras del sector meridional de la cuenca del Plata, Argentina. *Revista Española de Antropología Física* 37:12-27.
- Mazza, B. 2019. Enteseal changes among late Holocene hunter-gatherers from the southern extreme of La Plata basin (Argentina). *Archaeological and Anthropological Sciences* 11:1865-1885.
- Mazza, B. 2020. Enfermedad degenerativa articular en el esqueleto apendicular de cazadores-recolectores del sur de la cuenca del Plata. *Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas* 63:171-194.
- Mazza, B., A. Acosta, A. Guarido, N. Buc y D. Loponte 2018. Anthropogenic modifications to archaeological human bones from the lower Paraná River basin (Argentina). *Journal of Archaeological Science: Reports* 20:647-661.
- Mazza, B. y D. Loponte 2012. Las prácticas mortuorias en el humedal del Paraná inferior. *Arqueología Iberoamericana* 13:3-21.
- McCullagh, P. y J.A. Nelder 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, London.
- Meindl, R.S. y C.O. Lovejoy 1985. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death

- based on the lateral-anterior sutures. *American Journal of Physical Anthropology* 68 (1):57-66.
- Métraux, A. 1996. *Etnografía del Chaco*. Editorial El Lector, Asunción.
- Michael, D. y S. Manolis 2020. Using spinal activity-related osseous change in order to explore patterns of occupational stress in a Greek Contemporary Skeletal Collection. *Homo, Journal of Comparative Human Biology* 71/7:247-257.
- Middleton, K. y D. Fish 2009. Lumbar spondylosis: clinical presentation and treatment approaches. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* 2 (2):94-104.
- Nikita, E. 2014. The use of generalized linear models and generalized estimating equations in bioarchaeological studies. *American Journal of Physical Anthropology* 153 (3):473-483.
- Nikita, E. 2017. *Osteoarchaeology. A Guide to the Macroscopic Study of Human Skeletal Remains*. Academic Press, London.
- Ortner, D. 1968. Description and classification of degenerative bone changes in the distal joint surfaces of the humerus. *American Journal of Physical Anthropology* 28 (2):139-156.
- Pal, G. y R. Routal 1986. A study of weight transmission through the cervical and upper thoracic regions of the vertebral column in man. *Journal of Anatomy* 148:245-261.
- Pérez, M., I. Acosta, G. Naranjo y L. Malec 2013. Uso de la alfarería y conductas alimenticias en el humedal del Paraná inferior a través del análisis de ácidos grasos. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales* 1 (1):26-45.
- Pfirrmann, C. y D. Resnick 2001. Schmorl nodes of the thoracic and lumbar spine: radiographic-pathologic study of prevalence, characterization, and correlation with degenerative changes of 1,650 spinal levels in 100 cadavers. *Musculoskeletal Imaging* 219 (2):368-374.
- Phenice, T. 1969. A newly developed visual method of sexing the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology* 30 (2):297-302.
- Plomp, K. 2017. The bioarchaeology of back pain. En *Bioarchaeology of Impairment and Disability. Theoretical, Ethnohistorical, and Methodological Perspectives*, editado por J. Byrnes y J. Muller, pp. 141-157. Springer International, Cham.
- Plomp, K., C. Roberts y U. Viðarsdóttir 2012. Vertebral morphology influences the development of Schmorl's nodes in the lower thoracic vertebrae. *American Journal of Physical Anthropology* 149 (4):572-582.
- Plomp, K., U. Viðarsdóttir, D. Weston, K. Dobney y M. Collard 2015. The ancestral shape hypothesis: an evolutionary explanation for the occurrence of intervertebral disc herniation in humans. *BMC Evolutionary Biology* 15:Art.68. DOI 10.1186/s12862-015-0336-y
- Politis, G., L. Bastourre, V. Di Prado, M. Bonomo, G. Moreira y A. Matarrese 2017. El Túmulo II del Brazo Largo. Aportes para la arqueología del Delta Inferior del río Paraná. *Revista del Museo de Antropología* 10 (2):71-88.
- Resnick, D. y G. Niwayama 1978. Intravertebral disk herniations: cartilaginous (Schmorl's) Nodes. *Radiology* 126 (1):57-65.
- Roberts, C. y K. Manchester 2010. *The Archaeology of Disease*. The History Press, Stroud.
- Rogers, J. y T. Waldron 1995. *A Field Guide to Joint Disease in Archaeology*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Rojas-Sepúlveda, C., Y. Ardagna y O. Dutour 2008. Paleoepidemiology of vertebral degenerative disease in a Pre-Columbian Muisca series from Colombia. *American Journal of Physical Anthropology* 135 (4):416-430.
- Rothchild, B. 1997. Porosity: a curiosity without diagnostic significance. *American Journal of Physical Anthropology* 104(4):529-533.
- Sacur Silvestre, R., N. Buc, A. Acosta y D. Loponte 2013. Estrategias de captura de presas y sistemas de armas de los cazadores-recolectores que habitaron el humedal del Paraná inferior: una aproximación experimental y arqueológica. *Comechingonia* 17 (1):22-57.
- Salaga, S. y M. Fabra 2013. Niveles de actividad física en poblaciones de las sierras y llanuras de la provincia de Córdoba (Argentina) durante el Holoceno tardío. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXXVIII* (2):401-420.
- Sarzi-Puttini, P., F. Atzeni, M. Fumagalli, F. Capsoni y M. Carrabba. 2004. Osteoarthritis of the spine. *Seminars in Arthritis and Rheumatism* 34 (6 Suppl 2):38-43.
- Scabuzzo, C. y A. Ramos van Raap 2019. Alcances y limitaciones en el relevamiento de osteoartrosis. Primeros resultados de los análisis en series osteológicas del sur de Entre Ríos (Argentina). En *Metodologías para el Estudio de Restos Esqueléticos en Argentina: Actualizaciones y Nuevas Perspectivas.*, editado por M. Fabra, P. Novellino, M. Arrieta y S. Salaga, pp. 97-124. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades, Córdoba.
- Sofaer Derevenski, J. 2000. Sex differences in activity-related osseous change in the spine and the gendered division of labor at Ensay and Wharram Percy, UK. *American Journal of Physical Anthropology* 111:333-354.
- Spector, T. y A. MacGregor 2004. Risk factors for osteoarthritis: genetics. *Osteoarthritis and Cartilage* 12Suppl A:S39-S44. DOI 10.1016/j.joca.2003.09.005
- Suby, J. 2014. Nódulos de Schmorl en restos humanos arqueológicos de Patagonia austral. *Magallania* 42 (1):135-147.
- Stirland, A. y T. Waldron 1997. Evidence for activity related markers in the vertebrae of the crew of the Mary Rose. *Journal of Archaeological Science* 24 (4):329-335.
- Stuiver, M. y P.J. Reimer. 1993. Extended 14C data base and revised CALIB 3.0 14C age calibration program. *Radiocarbon* 35 (1):215-230.
- Suescún, F. y C. Rojas-Sepúlveda 2020. Enfermedad vertebral degenerativa en la colección del cementerio central de Bogotá, Colombia (siglos XIX y XX). *Chungara Revista de Antropología Chilena* 52 (4):633-650.
- Suri, P., A. Miyakoshi, D. Hunter, J. Jarvik, J. Rainville, A. Guerhazi, L. Li y J. Katz 2011. Does lumbar spinal degeneration begin with the anterior structures? A study of the observed epidemiology in a community-based population. *BMC Musculoskeletal Disorders* 12:202. DOI 10.1186/1471-2474-12-202

- Üstündağ, H. 2009. Schmorl's nodes in a Post-Medieval skeletal sample from Klostermarienbergl, Austria. *International Journal of Osteoarchaeology* 19 (6):695-710.
- Van der Kraan, P. y W. van den Berg 2007. Osteophytes: relevance and biology. *Osteoarthritis and Cartilage* 15(3):237-244.
- Vignati, M. 1960. El indigenado en la provincia de Buenos Aires. *Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas* I:95-182.
- Wagner, A., R. Murtagh, J. Arrington y D. Stallworth 2000. Relationship of Schmorl's nodes to vertebral body endplate fractures and acute endplate disk extrusions. *American Journal of Neuroradiology* 21 (2):276-281.
- Waldron, T. 2012. Joint disease. En *A Companion to Paleopathology*, editado por A. Grauer, pp. 513-530. Wiley-Blackwell, Chichester.
- Waldron, T. 2019. Joint disease. En *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*, editado por J. Buikstra, pp. 719-748. Academic Press, London.
- Weiss, E. 2005. Schmorl's nodes: A preliminary investigation. *Paleopathology Newsletter* 132:6-10.
- Weiss, E. y R. Jurmain 2007. Osteoarthritis revisited: a contemporary review of aetiology. *International Journal of Osteoarchaeology* 17 (5):437-450.
- Wilczak, C. y E. Jones (eds.) 2011. *Osteoware Software Manual: Volume II Pathology Module*. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Williams, F., N. Manek, P. Sambrook, T. Spector y A. MacGregor 2007. Schmorl's nodes: common, highly heritable, and related to lumbar disc disease. *Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research)* 57 (5):855-860.
- Woo, E. y P. Sciulli 2013. Degenerative joint disease and social status in the Terminal Late Archaic period (1000-500 B.C.) of Ohio. *International Journal of Osteoarchaeology* 23 (5):529-544.
- Wren, K. 2007. *Methodological Considerations: Osteoarthritis and the Significance of Porosity in the William M. Bass Donated Skeletal Collection*. Master's thesis in Biological Anthropology, University of Tennessee, Knoxville.
- Zhang, Y. y J. Jordan 2010. Epidemiology of osteoarthritis. *Clinics in Geriatric Medicine* 26 (3):355-369.
- Zhang, H., D.C. Merrett, Z. Jing, J. Tang, Y. He, H. Yue, Z. Yue y D.Y. Yang 2017. Osteoarthritis, labour division, and occupational specialization of the Late Shang China - insights from Yinxu (ca. 1250 - 1046 B.C.). *PLoS One* 12(5):e0176329. DOI 10.1371/journal.pone.0176329

Nota

¹ El término mecapan hace referencia a una faja con dos cuerdas en los extremos que sirve para llevar carga a cuestas,

poniendo parte de la faja en la frente y las cuerdas sujetando la carga (Real Academia Española 2022).