



Patologías congénitas y defectos del desarrollo en poblaciones arqueológicas en la costa desértica de Antofagasta: reflexiones sobre su origen a partir de casos de estudio

Congenital pathologies and developmental defects in archaeological populations on the desert coast of Antofagasta: case-study insights into their origin

Pedro Andrade¹  <https://orcid.org/0000-0001-9147-9413>

Consuelo Huerta²  <https://orcid.org/0000-0003-4551-4796>

Monserrat Araneda³  <https://orcid.org/0000-0003-4491-7956>


Diego Salazar⁴  <https://orcid.org/0000-0002-1438-0839>


Josefina Urrea-Navarrete⁵  <https://orcid.org/0000-0002-2695-5871>

Víctor Martínez⁶  <https://orcid.org/0000-0002-9361-6255>


Manuel Escobar Maldondo⁷  <https://orcid.org/0000-0003-3052-0595>


Victoria Castro^{8†}  <https://orcid.org/0000-0002-9637-7296>


¹Carrera de Antropología, Universidad de Concepción, Concepción, CHILE.  pandradem@udec.cl


²Programa de magister en antropología, Universidad de Tarapacá-Universidad Católica del Norte (UTA-UCN), Arica, CHILE.  consuhuerta@gmail.com

³Jaime Illanes & Asociados. CHILE.  monaraneda96@gmail.com

⁴Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago, CHILE.  dsalazar@uchile.cl

⁵Carrera de Antropología, Universidad de Concepción, Concepción, CHILE.  jourrea@udec.cl

⁶Facultad de Medicina, Universidad Católica del Maule, Talca, CHILE.  drvictormartinez@gmail.com

⁷CEDER, Universidad de Los Lagos. CHILE.  mem1074@gmail.com

⁸Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago, CHILE.  vcastro53@uchile.cl

Resumen

En este trabajo se presenta una síntesis y discusión sobre la presencia de patologías congénitas y defectos del desarrollo en individuos de diferentes periodos arqueológicos de la costa de la región de Antofagasta, en el norte de Chile, las que se concentran en el esqueleto axial. A pesar de que la muestra analizada presenta un número bajo ($n = 6$), se realiza una comparación con casos reportados para la zona costera de Arica y Tarapacá, obteniéndose que la diferencia entre ambas zonas no es estadísticamente significativa. Considerando antecedentes ambientales y etnohistóricos de la zona, se propone que una combinación a la exposición de diferentes contaminantes naturales, junto a un sistema de parentesco endogámico, serían las causas más probables de la aparición de estas patologías.

Palabras clave: costa del norte de Chile, prehistoria, defectos congénitos, factores ambientales y culturales.



Abstract

This article presents a synthesis and discussion regarding congenital pathologies and developmental defects identified in the axial skeletons of individuals from different archaeological periods on the Antofagasta coast. Despite the small number of cases in the analyzed sample ($n = 6$), the research compares that figure with the cases reported for the coastal area of Arica and Tarapacá, revealing no statistically significant differences between the areas. Given the environmental and ethnohistorical background of the area, we propose that exposure to several natural contaminants and an endogamic kinship system are the most likely causes of these pathologies.

Keywords: coastal northern Chile, prehistory, congenital defects, environmental and cultural factors.

Recibido: 28 octubre 2021 | Aceptado: 26 abril 2022

Introducción

El cuerpo humano es el producto de una interfaz donde confluyen aspectos sociales y ambientales (Meskell, 1998; Joyce, 2005), condicionando el desarrollo de los individuos (Sofaer, 2006). En este contexto, el análisis de patologías esqueléticas desde una perspectiva bioarqueológica tiene un amplio abanico de posibilidades interpretativas (Larsen, 1997; Crandall y Martin, 2014). Entre estas, se encuentran la reconstrucción de actividades físicas (Schrader 2019: 55), patrones dietéticos (Pinhasi y Stock, 2011), exposición a agentes infecciosos y parásitos (Larsen, 2018; Araujo et al., 2013), prevalencia de deficiencias metabólicas (Brickley y Ives, 2011), recurrencia de accidentes y actos de violencia (Redfern, 2016; Martin y Harrod, 2012), entre otras. A partir del análisis y comprensión de estos, es posible entonces no sólo generar tablas de su prevalencia en diferentes poblaciones, sino también acercarse e inferir patrones culturales de comportamiento relacionados con el entorno, relaciones con grupos humanos foráneos, como también con aspectos culturales dinámicos internos (Zuckerman y Armelagos, 2011; Geller y Stockett Suri, 2014; Becker y Juegnst, 2017).

Dentro de las patologías esqueléticas, se encuentran aquellas congénitas, las que pueden manifestarse tanto como resultado de anomalías de la herencia genética como por exposición a contaminantes naturales y/o antrópicos. Estos defectos pueden dejar su rastro tanto en tejidos blandos como duros, siendo estos últimos los más recurrentes en el registro bioarqueológico (Aufderheide y Rodríguez-Martin, 1988).

El estudio de casos paleopatológicos en Chile, que han identificado enfermedades congénitas ha sido relativamente escaso, principalmente debido a la baja expresividad que estas manifiestan a nivel esquelético (Arriaza et al., 2019). En Chile, los estudios que han dado cuenta de estas patologías se han concentrado principalmente en establecer el origen

de las mismas, de acuerdo a tres posibles causas¹: la primera corresponde a prácticas endogámicas (Aspillaga et al., 1999; Alfonso-Durruty et al., 2011; Standen et al., 2014; Stand en et al. 2018), la segunda a factores medioambientales (Silva-Pinto et al., 2010; Arriaza et al., 2019) y una tercera se corresponde con posibles defectos de desarrollos originados durante embarazos múltiples (Palacios y Sierpe, 2019).

Un trabajo bioarqueológico sistemático en la costa de Antofagasta (Andrade et al., 2016; Andrade y Araneda, 2020; Araneda y Andrade, 2020), complementado por la revisión bibliográfica de trabajos realizados previamente por otros equipos de investigación (Cases et al., 2008; Castro et al., 2020), nos ha permitido recuperar evidencias de patologías congénitas en esta área. Los casos observados se manifiestan en huesos de diferentes individuos, abarcando un período cronológico de aproximadamente 6000 años, entre los periodos Arcaico e Intermedio Tardío (ca. 6500 a 500 AP). Por lo tanto, el presente artículo además de reportar la existencia de estas patologías, discutirá el posible origen de estas, considerando variables tanto ambientales como culturales². Para esto, proponemos una perspectiva que incluye una revisión regional, que permita la generación de prevalencias iniciales, acompañada de la contrastación con poblaciones del extremo norte de Chile. Creemos que este enfoque nos permitirá conocer de mejor manera la realidad local de las poblaciones estudiadas, favoreciendo una discusión y reflexión amplia sobre la aparición y causas de estas enfermedades.

Enfermedades congénitas y defectos del desarrollo en perspectiva clínica y arqueológica: una visión general

Clínicamente las anomalías congénitas también se denominan defectos de nacimiento, trastornos congénitos o malformaciones congénitas. Estas son anomalías estructurales o funcionales que ocurren durante la vida intrauterina y se detectan durante el embarazo, el parto o más adelante en la vida. Así, se considera patología congénita cualquier anomalía del desarrollo morfológico, estructural, funcional o molecular resultante de una embriogénesis defectuosa (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2015), provocada por anomalías genéticas hereditarias o por alteraciones ocurridas durante el desarrollo intrauterino (Barnes, 1994; Aufderheide y Rodríguez-Martin, 1998). Roberts y Manchester (2010, p.46) indican que la transferencia de estas patologías a través de diferentes generaciones sigue patrones de herencia mendeliana, por lo que la aparición de

¹ Se ha reportado también la presencia de enfermedades congénitas en el cementerio de Iglesia Colorada (Morales, 2020) y en varios individuos del extremo sur de Chile (Santana, 2014). Sin embargo, en estos trabajos no se establecen posibles causas para la aparición de estas.

² Si bien reconocemos la existencia de patologías del desarrollo ligadas a factores idiopáticos registrados en contextos arqueológicos (véase ejemplos en Owsley y Mann, 1990; Arriaza, 1993), nos hemos centrado en el origen ambiental y cultural más probable de estas patologías, considerando su etiología y enfoque de estudio en el norte de Chile.

malformaciones se debe ya sea a la mutación de un gen, o bien a la combinación de genes maternos y paternos.

Desde la perspectiva genética, Barnes (1994) plantea tres categorías de factores que afectan el desarrollo: 1. Trastorno genético singular (afecta a un gen); 2. Trastorno a nivel cromosómico (afecta a un cromosoma) y 3. Trastorno multifactorial. Este último puede ser el resultado de la interacción entre factores intrínsecos (genéticos) o entre factores intrínsecos y extrínsecos (genes y ambiente) (Barnes, 1994).

Las enfermedades congénitas tienen una alta variabilidad y sus manifestaciones van desde casos asintomáticos hasta deficiencias incompatibles con la vida (Barnes, 1994; Roberts y Manchester, 2010). En caso de tener una anomalía compatible con la vida, esta puede ser observada o diagnosticada en el momento del nacimiento o años después (Aufderheide y Rodríguez-Martín, 1998).

Si bien los trastornos genéticos individuales son raros, en conjunto suman más de 15.500 tipos diferentes (McKusick, 1994; Borgaonkar, 1994). Dada también la falta de especificidad en su etiología, alrededor del 50% de ellos no pueden asociarse a una sola causa (OMS, 1992) y por lo tanto hay muy poco conocimiento sobre su origen (Aufderheide y Rodríguez-Martín, 1998). A su vez, dependiendo de cada patología, estos genes pueden ser recesivos o dominantes (Roberts y Manchester, 2010: 46). Consecuentemente, diversos factores están relacionados con los defectos congénitos, entre ellos: alteraciones y deficiencias nutricionales, mayor frecuencia de infecciones, aumento de la tasa de matrimonios y uniones consanguíneas, embarazo desatendido, y mayor proporción de consumo de drogas y alcohol (Barnes, 1994, 2008; Martínez-Frías, 1998). Sadler (2016, p.126) ha afirmado que estos defectos se pueden agrupar en tres grandes categorías, considerando su causa y expresión. Los primeros son los provocados por factores ambientales, que llegarían al 15% de los casos; los segundos, por factores genéticos que llegarían al 30% de los casos. Finalmente, la tercera categoría pertenece a la interacción del ambiente con la propia susceptibilidad genética del individuo, siendo esta la que acumula la mayoría de los casos (55%), lo que no permite determinar el origen último de la mayoría de estas malformaciones.

Las patologías congénitas tienen una prevalencia relativamente baja (3-5%) en poblaciones humanas (Robinson y Linden, 1993), por lo que se ha asociado que, si este porcentaje aumenta en una población, puede ser el resultado de implicaciones antropológicas como la endogamia (Turkel, 1989), ya que aumenta la carga de genes comunes potencialmente generadores de malformaciones (Martinez-Frias, 1998). Respecto a estos conceptos, consideramos las definiciones brindadas por Pinto-Cisternas (2004, p. 271), donde la consanguinidad se refiere a parejas que tienen al menos un antepasado en común, mientras que la endogamia se entiende como el grado de consanguinidad de la descendencia de este tipo de parejas. De esta forma, se puede decir que un matrimonio

consanguíneo es aquel que se da entre parejas emparentadas, como primos en primer o segundo grado (Singh et al., 2013).

Los estudios clínicos sobre patologías congénitas realizados en población chilena se han desarrollado principalmente en pediatría, en lactantes vivos y/o mortinatos. Dado que las malformaciones congénitas son actualmente la segunda causa de muerte en el primer año de vida, las autoridades nacionales las consideran un problema de salud pública (Catalán et al., 2005; Nazer y Cifuentes, 2013). Los objetivos de estas investigaciones han sido evaluar la incidencia y/o diagnóstico de malformaciones del desarrollo que afectan los diferentes sistemas del cuerpo, y los factores que pueden estar afectando su desarrollo, como el consumo de alcohol, marihuana, tabaco, patologías de la madre, entre otros (Ordóñez et al., 2003; Catalán et al., 2005; Nazer y Cifuentes, 2013). Otros estudios en el área obstétrica, han analizado patologías congénitas prenatales mediante ecografías realizadas durante el embarazo (Aldunate, 2001). Los estudios en individuos adultos con patologías congénitas se han centrado en el seguimiento y evaluación de las complicaciones o enfermedades adquiridas como consecuencia de las primeras (Cortez et al., 2017).

Desde una perspectiva arqueológica general, los estudios sobre patologías congénitas muestran una baja frecuencia de reportes sobre infantes y/o adultos en tiempos prehistóricos, lo que puede entenderse por diversas razones. Inicialmente, debemos considerar que la mayoría de los recién nacidos con malformaciones congénitas murieron en el momento del parto o poco después (Barnes, 1994). Además, si sobrevivieron, pueden haber sido víctimas de infanticidio, exiliados de espacios funerarios sancionados socialmente y/o estigmatizados cuando estaban vivos. Esto, sin duda, reduce las probabilidades de su hallazgo si se conservan hasta ahora (Roberts y Manchester, 2010). Asimismo, es muy importante señalar que el esqueleto de los bebés generalmente no sobrevive a los procesos tafonómicos (Barnes, 1994). Además, existen anomalías del desarrollo que afectan directamente a los tejidos blandos, por lo que no se pueden observar en los restos esqueléticos. Incluso si se conservan en cuerpos momificados, representan una proporción muy pequeña en el mundo arqueológico (Roberts y Manchester, 2010).

Material y métodos

El material bioantropológico de la costa desértica de Antofagasta de diferentes períodos arqueológicos es abundante, aunque concentrada principalmente desde el periodo Formativo en adelante. Lamentablemente, gran parte de las colecciones está descontextualizada, en mal estado de conservación y/o fragmentada, debido a un saqueo sistemático de tumbas (Llagostera y Cruz, 2010; Andrade, Salazar et al., 2014; Castro, 2014; Torres-Rouff, 2017). Esto, ha limitado las investigaciones de muchos equipos de trabajo, toda vez que los contextos primarios con individuos completos o medianamente

completos son escasos. A pesar de ello, se ha logrado aportar a la reconstrucción de las formas de vida de los habitantes del área de estudio, desde una perspectiva bioarqueológica (Soto, 1975; Costa-Junqueira y Sanhueza, 1976; Munizaga, 1980; Cocilovo et al., 2005; Ardiles et al., 2011; Arias y Herrera, 2012; Andrade, Salazar, 2014; Clarot et al., 2015; Andrade et al., 2016; Ballester et al., 2018; Castro et al., 2020; Torres-Rouff, 2017).

A continuación, presentamos los resultados de una revisión de la evidencia disponible en la región de Antofagasta acerca de la presencia de patologías congénitas. Para esta revisión hemos considerado individuos con material esquelético en buen estado de conservación y por tanto que permiten un diagnóstico claro de las patologías de interés para esta investigación. Los individuos analizados corresponden a los recuperados de los sitios Hornos de Cal, Copaca 1, Punta Blanca, A299, Caleta El Fierro Alero 1 (CEFA-1) y El Vertedero, los cuales se distribuyen entre los períodos Arcaico e Intermedio Tardío, en localidades desde el sur de Tocopilla, hasta el sur de Taltal (Figura 1).

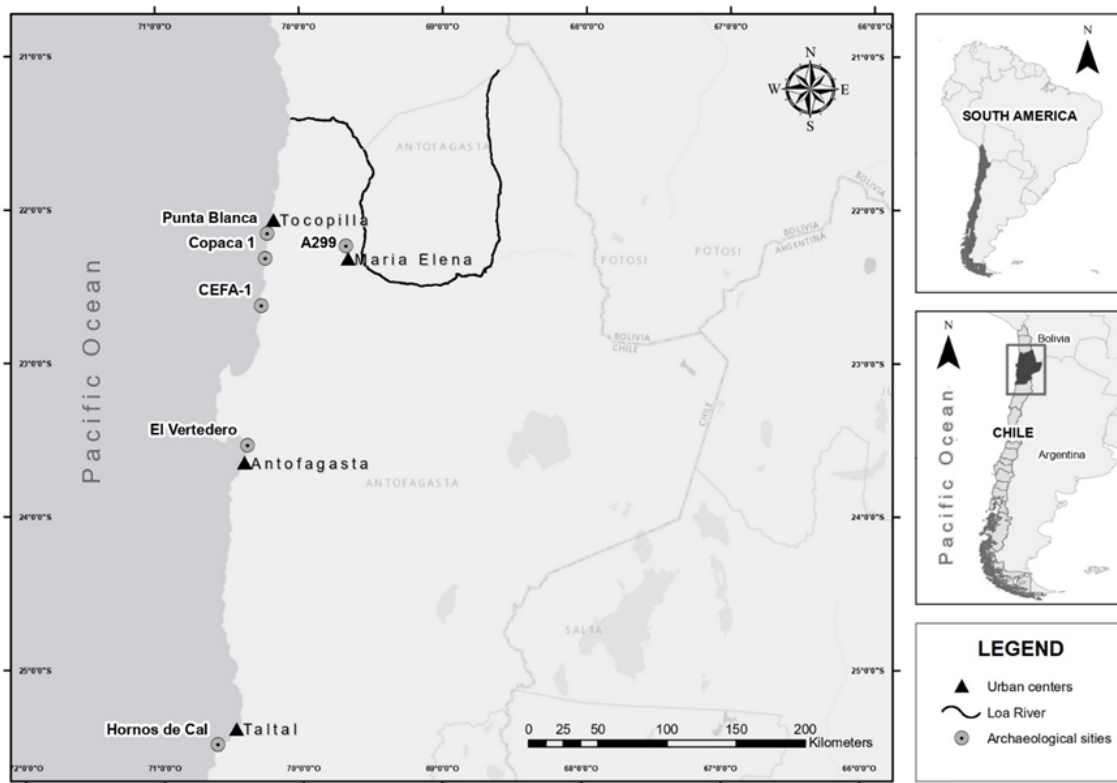


Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios mencionados en el texto

Todos los sitios mencionados han sido trabajados y analizados por nosotros, con excepción de A299 y El Vertedero, que fueron estudiados por Cases et al. (2008) y Castro et al. (2020), respectivamente. Con respecto al sitio Punta Blanca, este también ha sido analizado anteriormente (Ardiles et al., 2011). Sin embargo, el mencionado estudio se enfoca en otros aspectos. En lo referente al presente artículo, los individuos de Punta Blanca fueron revisados por una de las coautoras (Urrea-Navarrete), por lo que se trata de datos inéditos en cuanto a la presencia de patologías relacionadas con defectos del

desarrollo. La información bioarqueológica y contextual de estos sitios y los individuos recuperados en ellos se puede encontrar en la Tabla 1.

Con el fin de dar un sustento regional a los hallazgos, se ha creado una base de datos considerando la cantidad de individuos registrados a lo largo de la costa de Antofagasta, lo que puede observarse en la Tabla 2. Cabe destacar que esta base de datos se da nuevamente en relación a información recuperada por los autores de este trabajo, y complementada por trabajos previos. Dichos trabajos no se encuentren centrados en la presencia de enfermedades congénitas, por tanto, lo que aquí se presenta es sólo una primera aproximación, debiendo ser reafirmado el diagnóstico, a través de observaciones directas de las colecciones. En el caso de que se reporten casos de enfermedades congénitas, no es el fin de este artículo cuestionar el diagnóstico de nuestros colegas, ya que consideramos que estos han sido fidedignos y realizados rigurosamente.

Los datos recolectados fueron agrupados en base a la distribución anatómica de la evidencia registrada. Cuando el diagnóstico fue realizado por nosotros, se utilizaron las descripciones hechas por Aufderheide y Rodríguez-Martín (1998), Barnes (1994, 2008) y Mann y Hunt (2012), considerando afecciones que se pudieran presentar tanto en el esqueleto axial como apendicular. Bajo esta perspectiva, se empleó esta bibliografía como una primera fuente de diagnóstico a partir de rasgos morfológicos específicos para cada una de las patologías, lo que permitió diferenciarla de otras enfermedades. Este fue el primer paso del diagnóstico diferencial, toda vez que ya realizado, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica más específica para cada caso, enfocada en descripciones clínicas y paleopatológicas de los mismos. Tal como se mencionó anteriormente, en el caso de los diagnósticos de estudios previos, consideramos que estos se realizaron de manera rigurosa y sistemática, no siendo el espíritu de este trabajo cuestionar la integridad de estos, sin ser posible una revisión directa de los restos en esta etapa.

Finalmente, se llevó a cabo una comparación con las poblaciones del extremo norte de Chile, que abarcan desde el Periodo Arcaico al Periodo Tardío. Se ha seleccionado esta muestra debido a la amplia existencia de casos de enfermedades congénitas en la zona, lo que la transforma en un referente a nivel nacional. Tal como se señaló anteriormente, reconocemos el reporte de este tipo de enfermedades para otros sectores de Chile en tiempos prehispánicos, sin embargo, creemos que los estudios seleccionados son los más robustos para realizar esta comparación. Así, en primer término, se realizó una cuantificación de casos positivos versus casos negativos, con el fin de obtener una primera prevalencia, tanto para la zona de la costa de Antofagasta, como para el extremo norte de Chile. Posteriormente, se realizaron análisis estadísticos de χ^2 , con el fin de probar si la prevalencia entre ambos sectores presenta diferencias significativas. Para la realización de este estudio, se utilizó un intervalo de confianza del 95%, el cual es recomendado para estudios arqueológicos (Fletcher y Locke, 2005).

Tabla 1. Información contextual de los individuos analizados y registrados en esta investigación. Todas las fechas se calibraron con OxCal v4.4.2. (Bronk Ramsey 2009), utilizando la curva Marine20 (Hogg et al., 2020) con el efecto reservorio local para el norte de Chile (Ortlieb et al., 2011: 226 ± 98), siguiendo la sugerencia de Andrade et al. (2015). La asignación del Periodo Arcaico se realizó siguiendo la cronología propuesta por Castelleti 2007 y Salazar et al. (2020). (* Las fechas de Punta Blanca son las únicas que no se toman directamente del individuo en estudio. Estas fechas pertenecen a individuos del mismo contexto de enterramiento y reportadas por Ardiles et al., 2011)

| Sitio | Sexo | Edad | ID muestra | Fecha sin calibrar (AP) | Fecha calibrada (AP) | Periodo Arqueológico | Referencia |
|---------------|---------------|--------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Hornos de Cal | Masculino | 20-25 | UGAMS 30567 | 6180±25 | 6415 (6173) 5909 | Arcaico III | Andrade y Araneda, (2020) |
| Copaca 1 | Femenino | 20-25 | UGAMS 15625 | 5140±25 | 5308 (5021) 4733 | Arcaico IV | Andrade et al., (2016) |
| Punta Blanca | Indeterminado | > 20 | Beta 320361* Beta 320362* | 2600±30 2040±30 | 2113 (1828) 1542 1444 (1205) 949 | Formativo | Este trabajo |
| A299 | Masculino | 30 -35 | Beta 218964 | 2390±70 | 1885 (1582) 1291 | Formativo | Cases et al., (2008) |
| El Vertedero | Masculino | 35-45 | UGAMS 35762 | 1830±20 | 1242 (996) 755 | Intermedio Tardío | Castro et al., (2020) |
| CEFA-1 | Femenino | 30-35 | UGAMS 15622 | 1360±25 | 751 (557) 326 | Tardío | Andrade y Araneda, (2020) |

Resultados

Evidencia en cráneos

Se observaron condiciones patológicas del cráneo en un individuo femenino de Copaca 1 y en el individuo del sitio A299. En el primer caso, se pudo determinar la presencia de la erupción de un tercer incisivo central (Figura 2a y 2b). Para el segundo, Cases et al. (2008) indican la presencia de lesiones correspondientes a hipoplasia de la fosa posterior del cráneo (Figura 2c).

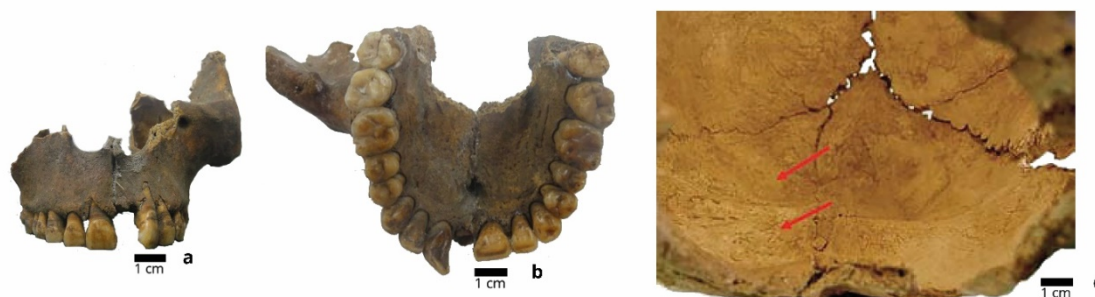


Figura 2. a) vista anterior del maxilar del individuo recuperado en Copaca 1; b) vista inferior del maxilar del individuo recuperado en Copaca 1; c) rasgos de hipoplasia de la fosa posterior del cráneo del individuo recuperado en A299 (Casses et al., 2008)

En el primer caso, la erupción de dientes supernumerarios tiene varias interpretaciones etiológicas. Una de ellas es el componente genético, en el que su desarrollo está ligado a un gen autosómico que puede ser tanto recesivo como dominante asociado al cromosoma X (Oropeza, 2013). Por otro lado, los dientes supernumerarios se han relacionado con diferentes síndromes, como los de Down, Garner, Apert y Hallermann-Streiff, entre otros (Blanco, 2005; Baca et al., 2007). Según Fernández et al. (2006), la prevalencia de dientes supernumerarios oscila entre el 0,5 y el 3,8% en la dentición permanente y entre el 0,35 y el 0,6% en la dentición decidua, mientras que Oropeza (2013) afirma que es más común que aparezcan en la línea media (mesiodens) con una prevalencia del 48,6%.

La hipoplasia de la fosa posterior del cráneo se relaciona con los síndromes de Dandy-Walker, Werdnig-Hoffman y Walker-Warburg (Correa et al., 2011; Serra-Ortega et al., 2005; Vajsar y Schachter, 2006). Dado que el individuo del sitio A299 tiene más de 30 años y considerando la alta mortalidad infantil de los dos últimos síndromes, es más probable que este individuo haya sido afectado por el síndrome de Dandy-Walker. Esta patología es una anomalía en el desarrollo del sistema nervioso central que puede producirse por una alteración de un gen o de un cromosoma, con una malformación aislada o en conjunto con otras anomalías multifactoriales (Murray et al., 1985). Como rasgos característicos, el síndrome incluye hidrocefalia (1% a 4% de los casos), ausencia parcial o completa del vermis cerebeloso, quiste continuo de la fosa posterior con el cuarto ventrículo (Spennato et al., 2011), deformación en extremidades (polidactilismo y sindactilismo), anomalías craneofaciales (labio leporino y paladar hendido, micrognatia e hipertelorismo), y anomalías cardíacas, renales y vertebrales (Sari et al. 2015). Su prevalencia es de uno en 25.0000-30.000 nacimientos y los estudios clínicos muestran una incidencia ligeramente mayor en mujeres (Hirsch et al., 1984; Spennato et al., 2011).

Evidencia registrada en la columna vertebral

La presencia de defectos del desarrollo que se presentan en esta investigación encuentra su mayor prevalencia en diferentes secciones de la columna. Así, estos se pueden observar en los individuos de Hornos de Cal, CEFA-1, Punta Blanca y El Vertedero.

En el caso de los individuos de Hornos de Cal y CEFA-1, la anomalía observada es la sacralización de la quinta vértebra lumbar (L5). Esta patología es unilateral en ambos individuos (Figura 3a y 3c), aunque en el caso del primero ocurre en el lado derecho (Araneda y Andrade, 2020), mientras que en el caso del individuo de CEFA-1 es en el lado izquierdo (Andrade y Araneda, 2020). La sacralización de L5 es una anomalía congénita poco frecuente que se produce debido a defectos en la segmentación de la columna lumbosacra durante el desarrollo (Murlimanju et al., 2011). Se debe dejar en claro que esta patología no se manifiesta al momento en que el individuo nace, sino que lo hace a lo largo de la vida de este. Desde un punto de vista del origen de la patología, esta se produce debido a una fusión o semifusión de la apófisis transversa de L5 con el sacro y/o ilion, formando un puente óseo o una pseudoartrosis con el ala sacra unilateral o bilateral (Murlimanju et al., 2011). En cuanto a su prevalencia se han reportado amplios rangos, que oscilan entre el 4% y el 35% según la población, asociándose su origen a prácticas endogámicas, como también a la exposición a contaminantes naturales o de origen antrópico (Leboeuf et al., 1989; Vergauwen et al., 1997; Hsieh et al., 1999; Otani et al., 2001; Sekharappa et al., 2014; Haffer et al., 2021). En términos de sexo, se puede decir que existe una tendencia mayoritaria de expresión en hombres, aunque con variaciones poblacionales intrínsecas (Rahman et al., 2020).

Cabe señalar que el individuo de CEFA-1 presenta espina bífida oculta (Figura 3b), una patología de origen multifactorial caracterizada por fusión incompleta del arco neural (Ferembach, 1963; Thompson y Thompson, 1985; Seller, 1994; Silva -Pinto et al., 2010). Se ha informado que la sacralización de L5 puede coexistir con la espina bífida oculta del sacro (Paraskevas et al., 2013), que es el caso de este individuo. Su prevalencia es de 0,086% en el Chile actual (Nazer et al., 2001). Sin embargo, en poblaciones arqueológicas de América del Norte y del Sur se ha reportado una prevalencia de 5-25% (Turkel, 1989). Sobre la sintomatología asociada a esta patología, se enumeran dolores lumbares, deformaciones de los pies e incontinencia urinaria (Verhoef et al., 2004).



Figura 3. a) Sacralización de L5 reportada en el individuo de Hornos de Cal; b) Espina bífida informada en el individuo por CEFA-1; c) Sacralización de L5 reportada en el individuo de CEFA-1; d) probable espondilitis anquilosante informada en el individuo por CEFA-1; e) vista lateral derecha de la fusión de T1-T2 reportado en el individuo de Punta Blanca; f) vista lateral izquierda de la fusión de C5-C6 reportado en el individuo de Punta Blanca; g) vista lateral y anterior de la fusión C2-C3 según lo informado por Castro et al. (2020)

Además, el individuo de CEFA-1 muestra evidencia que sugiere un probable caso de espondilitis anquilosante (EA) incipiente en la tercera y cuarta vértebra lumbar (Figura 3d). Lamentablemente, el estado de conservación de estas vértebras es deficiente, lo que impide una mejor observación y diagnóstico de esta patología. Ahora bien, de tratarse de un caso de EA, se puede decir que su etiología es desconocida y afecta a las articulaciones y entesis de la columna (Castro-Santos et al., 2014). Sin embargo, Brown et al., (1997) afirman que la heredabilidad de esta anomalía supera el 90%. Por otro lado, el desarrollo de espondilitis anquilosante se asocia significativamente con el antígeno de histocompatibilidad HLA-B27 (Schiotis et al., 2008), por lo que un individuo que posea este antígeno tiene una probabilidad del 1-2% de padecer EA, aunque aumenta al 10-20% si, además de ser B27 positivo, hay un familiar de primer grado que ya padece la enfermedad (Castro-Santos et al., 2014).

En cuanto a los individuos de Punta Blanca y El Vertedero, ambos presentan casos de fusión de vértebras cervicales, observándose en el caso del primer sitio la fusión de C5-C6 y en el caso del segundo, en C2-C3 (Figura 3e, Figura 3f y Figura 3g). Ahora bien, con respecto a la fusión vertebral existen dos posibilidades. La primera de ellas es que sea producto de un defecto del desarrollo donde no existe fisura del esclerotomo resegmentado, lo que produce la unión total o parcial de los cuerpos vertebrales y/o de los arcos neurales, siendo consideradas como un rasgo fenotípico familiar no patológico (Barnes, 2012, p. 91).

Por otro lado, existe la posibilidad de que el diagnóstico sea correspondiente a un caso de síndrome de Klippel-Feil (KP). Si bien tradicionalmente se ha establecido que el KP corresponde a una fusión masiva de segmentos de vértebras cervicales (Barnes, 2012, p. 91),

lo cierto es que el KP corresponde a la fusión congénita de un par, un bloque o todas las vértebras cervicales (Mahirogullari et al., 2006; Barnes, 2008), presentándose ocasionalmente también en vértebras dorsales y lumbares (Taylor-Martínez et al., 2019). Adicionalmente, se debe establecer que se han reconocido cuatro tipos de KP (García Pérez y García Moreno, 2011; Guapi y Martínez, 2019; Frikha, 2020): el KP Tipo I, corresponde a la fusión masiva de vértebras cervicales con afectación en vértebras torácicas y tiene un origen en un gen autosómico recesivo; el Tipo II, corresponde a la fusión de uno o dos espacios vertebrales, los que incluyen potencialmente la fusión occipito-atloidea y se asocia a otras anomalías vertebrales, siendo una expresión variable dentro de un grupo familiar asociado a un gen autosómico dominante; el Tipo III, que corresponde a fusión de al menos vértebras cervicales y torácicas e incluso lumbares, asociada a un gen autosómico recesivo; y el Tipo IV, correspondiente a la fusión de vértebras cervicales, probablemente ligada al cromosoma X, que además genera trastornos oftalmológicos. Con esto en mente, creemos que los casos observados en los sitios Punta Blanca y El Vertedero corresponderían al KP tipo II o Tipo III, tal como ocurre en varios otros casos de estudio arqueológico (Fernandes y Costa, 2007; Fabra y Salega, 2014; Drupka et al., 2019; Titelbaum, 2020, Hukelova y Kroslovakova, 2021, por nombrar solo algunos).

La etiología del KP no está claramente definida y puede manifestarse por un gen autosómico recesivo o un gen autosómico dominante (Guapi y Martínez, 2019). Su prevalencia clínica oscila entre aproximadamente uno de cada 40.000 casos, siendo ligeramente predominante en mujeres (Nouri et al., 2015; Frikha, 2020). Los síntomas de KP incluyen acortamiento del cuello, restricción indolora del movimiento cervical (Juberg y Gershanik, 1976) y deformación de la mandíbula (Fuentes, Prince y Salas, 2005). Entre las patologías asociadas al KP, se han señalado como frecuentes la escoliosis cervical, la espina bífida, la malformación del occipucio (Aufderheide y Rodríguez-Martín, 1998) y las deformaciones del sistema nervioso y otros sistemas orgánicos (Fuentes et al., 2005).

Ahora bien, tanto el caso de Punta Blanca como el de El Vertedero presentan problemas intrínsecos para un diagnóstico definitivo. En el caso del primero, se debe recordar que el individuo estudiado se encuentra representado únicamente por estas vértebras, sin existir asociaciones directas con otras unidades óseas. En el caso de El Vertedero, el individuo recuperado presenta lesiones ligadas a treponematosiis en la segunda y tercera vértebra cervical (Castro et al., 2020), lo que dificulta un diagnóstico certero. Por estas razones, consideramos que ambos casos sugieren la presencia probable de KP, hasta que el examen directo y/o radiografías, según sea el caso, permitan confirmar o descartar este diagnóstico.

Comparación regional

Como se ha observado, la presencia de defectos de desarrollo en las poblaciones cazadoras-recolectoras del desierto costero de Antofagasta es observable en toda la secuencia prehispánica de la región. Ahora bien, no se puede desconocer que la prevalencia es escasa, aunque esto se relaciona con las propias condiciones de las colecciones bioarqueológicas mencionadas anteriormente.

En consecuencia, considerando la realidad bioarqueológica de la zona de estudio, hemos recopilado información de aquellas colecciones más completas y estudiadas de la costa de Antofagasta, pudiendo establecer un total de 219 individuos susceptibles de presentar estas patologías por condiciones de conservación. Considerando la síntesis de evidencias que hemos realizado, establecemos que la prevalencia de patologías congénitas a lo largo de la secuencia ocupacional de la costa de Antofagasta sería del orden de un 2,74% (Tabla 2). Si bien esta frecuencia puede parecer extremadamente baja, se deben considerar dos factores importantes. El primero de ellos, corresponde al hecho de que no todos los estudios revisados poseen dentro de sus objetivos la identificación de estas patologías, por lo que es posible que el total de las aquí reportadas se encuentre subrepresentada, sin contar aquellas que se encuentran en diferentes museos y que no han sido analizadas y/o publicadas.

Tabla 2. Sitios de la costa de Antofagasta con contextos analizados sistemáticamente, donde se presenta individuos suficientemente completos para permitir el registro de patologías congénitas. La periodificación utilizada para el Arcaico corresponde a la propuesta por Salazar et al. (2020). (*No se indica la distribución por sexo ni por edad. Se plantea que dentro de la muestra pueden existir individuos del Intermedio Tardío; ** No se indica distribución por edad. Llagostera (1990) indica que 74 individuos corresponden al periodo Formativo, existiendo también individuos del Arcaico y del Intermedio Tardío).

| Periodo | Sitio | Número de Individuos | Reporte de Patologías Congénitas | Referencias |
|---------------------------------------|-------------------------|--|--|---|
| Arcaico I (12000 al 10000 a.p.) | La Chimba 13 | Un masculino adulto | No | Costa Junquiera (2001) |
| Arcaico III (7500 al 5700 a.p.) | Hornos de Cal | Un masculino adulto joven | Sacralización de L5 | Araneda y Andrade (2020) |
| Arcaico IV (5500 al 4000 a.p.) | Copaca 1 | Dos masculinos adulto joven; un femenino adulto joven; un subadulto | Erupción incisivo central accesorio (individuo femenino) | Andrade et al. (2016); Castro et al. (2016) |
| | Los Bronces 1 | Un adulto de sexo indeterminado; Un masculino adulto joven; cuatro subadultos | No | Llagostera y Llagostera (2010) |
| | Aguada de Gualaguala | Cuatro individuos adultos de sexo indeterminado; dos subadultos | No | Ballester et al. (2018) |
| | Chacaya 2 | 19 individuos* | No | Ardiles et al. (2011) |

| | | | | |
|---|--------------------------|--|--|--|
| | Caleta Huelén 42 | Cuatro masculinos adulto joven; siete masculinos adulto medio; 17 femeninos adulto joven; cinco femeninos adulto medio | No | Cocilovo et al. (2005) |
| Arcaico V (4000 al 2500 ap) | San Lorenzo 1 | Un femenino adulto joven | No | Andrade, Salazar et al. (2014) |
| Formativo (500 a.C. al 700 d.C.) | Punta Blanca | 45 masculinos; 23 femeninos; 56 indeterminados** | ¿Síndrome de Klippel-Feil? | Ardiles et al. (2011); Llagostera (1990); Este trabajo |
| | El Gaucho | Un masculino adulto joven | No | Mengozzi et al. (2016) |
| | A133 | Un masculino adulto medio | Hipoplasia de la fosa posterior del cráneo | Cases et al. (2008) |
| | Los Canastos 3 | Un masculino adulto joven; un femenino adulto joven | No | Soto (1975); Ballester, Clarot et al. (2014) |
| | Portezuelo Choluto 4 | Un masculino adulto medio; un subadulto | No | Castelleti et al. (2018) |
| | San Lorenzo 3 | Dos masculinos adulto joven; un femenino adulto joven; dos adultos de sexo indeterminado; un subadulto | No | Andrade, Salazar et al. (2014) |
| Intermedio Tardío (700 d.C. al 1400 d.C.) | Alero Bandurrias 2 | Un femenino adulto medio | No | Andrade, Salazar et al. (2014) |
| | El Vertedero | Tres masculinos adulto joven; tres femeninos adulto joven; un masculino adulto medio; un adulto de sexo indeterminado; un subadulto | ¿Síndrome de Klippel-Feil? | Castro et al. (2020); Este trabajo |
| | La Puntilla | Un masculino adulto joven; un femenino adulto joven | No | Andrade, Salazar et al. (2014) |
| | Auto Club | Dos masculinos adulto joven; un femenino adulto joven; un femenino adulto; un individuo adulto de sexo indeterminado; siete masculinos adolescentes; ocho subadultos; tres individuos de sexo y edad indeterminada | No | Ballester, Clarot y Llagostera (2014) |
| | Caleta Punta Arenas | Un masculino adulto avanzado | No | Clarot et al. (2015) |
| | Quebrada Rincón | Un femenino adulto medio | No | Andrade, Urrea et al. (2014) |
| | Caleta El Fierro Alero 1 | Un femenino adulto joven | Sacralización de L5 y espina bífida ¿Espondilitis Anquilosante? | Andrade y Araneda (2020) |
| TOTAL | | 219 | 6 | |

El segundo factor, tiene que ver con la prevalencia de estas patologías en el sector de la costa de Arica y Tarapacá. Tal como puede verse en la Tabla 3, a lo largo de la secuencia ocupacional de esta zona, la prevalencia alcanza un 3,6%. Al igual que en el caso de la costa de Antofagasta, las patologías se concentran en el esqueleto axial, salvo por la presencia de polidactilismo en extremidades superiores e inferiores, por lo que se puede decir que existe una relación cualitativa entre lo observado en las poblaciones costeras de Arica y Tarapacá con respecto a aquellas de la costa de Antofagasta. Desde un punto de vista cuantitativo, también se puede observar una similitud, toda vez que las frecuencias no son significativamente diferentes desde un punto de vista estadístico (χ^2 : 0,31; p-value: 0,58). Nuevamente, se debe considerar dos elementos analíticos: el primero corresponde a que en el caso de Arica y Tarapacá no se presentan todas las colecciones disponibles, sino que solo aquellas que han reportado evidencias de patologías asociadas a defectos del desarrollo, por lo que esta prevalencia puede variar.

El segundo corresponde al estudio realizado por Arriaza (1993) sobre la prevalencia de espondiloartropatías seronegativas en poblaciones de la zona de Arica. En este estudio, se consideran en conjunto patologías de este tipo que poseen tanto origen genético, como aquellas que no, por lo que no es posible realizar una comparación cuantitativa con las poblaciones de Antofagasta. Sin embargo, Arriaza (1993) reporta que la prevalencia de la espondilitis anquilosante alcanza un 0,9% (3/341) en Arica, mientras que en la costa de Antofagasta esta alcanza un 0,5% (1/219). Nuevamente, se puede decir que la diferencia entre ambas frecuencias no es estadísticamente significativa (χ^2 : 0,34; p-value: 0,56). Todo lo anteriormente expuesto permite establecer una base común interpretativa para la presencia de patologías congénitas en ambas poblaciones, la que en el caso de aquellas de Arica han sido ligadas principalmente a factores ambientales.

Finalmente, se debe decir que la prevalencia obtenida para las zonas costeras de Arica-Tarapacá y de Antofagasta son menores que aquellas reportadas para grupos prehispánicos de Argentina (4,83%) y de Perú (4,4%) (Fabra y Salegas, 2016; Titelbaum, 2020). No obstante, en estos casos sólo se consideró la presencia de defectos del desarrollo

en la columna vertebral, por lo que estas prevalencias podrían variar al ampliar las zonas anatómicas de estudio.

Tabla 3. Registro de patologías congénitas reportadas para las zonas costeras de Arica y Taparacá

| Sitio | Fechados AP o Cronología | N | Afectados | Patologías | Fuente |
|--------------|--|-----|--|--|---|
| Acha 3 | 8380±60 8120±90 | 4 | 1 masculino | ¿Síndrome de Klippel-Feil? | Standen y Santoro (2004) |
| Camarones-14 | 7420±225 7000±135 6650±155 6615±390 | 24 | 1 subadulto 1 adulto femenino | ¿Síndrome de Klippel-Feil? Espina bífida L5 | Quevedo (1984); Schiappacasse y Niemeyer (1984) |
| Morro 1 | 7810±180 3670±100 3780±30 | 96 | 1 masculino 1 femenino 1 infantil | ¿Síndrome de Klippel-Feil? Polidactilismo | Standen et al. (1984); Standen et al. (2018) |
| Morro 1/6 | 4310±145 4010±75 3895±75 3880±70 3750±140 3450±30 | 62 | 1 infantil 1 adulto de sexo no determinado 1 adulto de sexo no determinado 1 infantil | Craneoostenosis Craneoostenosis Fusión vertebral Polidactilismo | Foccaci y Chacón (1989); Standen et al. (2018) |
| Tiliviche-2 | 3780±100 | 34 | 1 masculino 1 femenino 1 femenino | Espina bífida y fusión de dorsales Espina bífida Craneoostenosis | Standen y Nuñez (1984) |
| Morro 2/2 | 2770±80 2750±80 2700±80 | 10 | 6 adultos de sexo no determinado | Espina bífida | Foccaci y Chacón (1989) |
| Azapa 150 | Medio-PIT | 10 | 1 subadulto | Espina bífida | Silva-Pinto et al. (2010); Silva-Pinto (2010) |
| AZ-140 | PIT | 24 | 1 femenino | Síndrome de Klippel-Feil Espina Bífida Sacralización | Arriaza et al. (2019) |
| Azapa | PIT | 415 | 1 femenino | Espina Bífida | Gertzen et al. (2001) |
| Camarones 9 | PT | 21 | 2 masculinos 1 femenino | Espina bífida | Silva-Pinto et al. (2010); Silva-Pinto (2010) |
| Lluta 54 | PT | 73 | 1 adulto de sexo no determinado | ¿Espina Bífida? | Silva-Pinto et al. (2010); Silva-Pinto (2010) |
| TOTAL | 773 | | 25 | | |

Discusiones

Factores ambientales

Investigaciones anteriores han identificado este tipo de manifestaciones en la costa del extremo norte de Chile, asociadas a factores ambientales, como la presencia de metales pesados (Arriaza et al., 2010; Silva-Pinto et al. 2010; Standen et al. 2018; Arriaza et al., 2019). Esta interpretación es consistente con el contexto donde se encontraron los restos, específicamente la desembocadura de las quebradas de Camarones y Vitor, zonas que registran un alto contenido de arsénico, que al consumirse desencadenaría cambios a nivel genético en las poblaciones locales (Byrne et al., 2010; Swift et al., 2015).

En el caso de la costa de la región de Antofagasta, existen diversos estudios que han estudiado localmente la presencia de este metal. Dichos estudios han establecido que en el sector de la desembocadura del río Loa se advierte una alta concentración de arsénico en el agua ($> 100 \mu\text{g/L}$)³, producto del arrastre de sedimentos desde el interior⁴, los cuales los vuelven tóxicos para el consumo humano (Romero et al., 2003; Herrera et al., 2019; Tapia et al., 2019). Por otra parte, los registros realizados en aguas superficiales y subsuperficiales al sur de Tocopilla y en Antofagasta (Tapia et al., 2019) muestran valores considerablemente menores (0,5 a $10 \mu\text{g/L}$).

Con respecto a la presencia de arsénico en ambas ciudades, esta se ha asociado con dos factores: para el caso de Tocopilla, al traslado de agua para la industria minera desde el interior durante el siglo XIX (Arriaza y Galaz-Mandakovic, 2020), la cual se mantuvo hasta bien entrado el siglo XX (Bundschuh et al., 2012). En el caso de la ciudad de Antofagasta, Tapia et al. (2018), establecieron que las altas concentraciones de arsénico en suspensión también se deben a la actividad minera desarrollada en la zona.

Para el área meridional de la región de Antofagasta no existen estudios realizados sobre la presencia de arsénico en agua, siendo los únicos valores disponibles aquellos provenientes de la desembocadura del río Salado, a poco menos de 100 km al sur de Taltal. Aquí los valores reportados por Tapia et al., (2015) muestran concentraciones de arsénico similares a aquellas observadas en Tocopilla y Antofagasta ($<10 \mu\text{g/L}$), confirmando que existe una gradiente natural norte-sur de descenso de las concentraciones de arsénico en agua (Tapia et al., 2019), la cual se ve afectada por la acción de la industria minera contemporánea (Tapia et al., 2015). A pesar de esto, existen valores de concentración de

³ Se debe recordar que tanto la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos como la Organización Mundial de la Salud establecen que la concentración de arsénico en el agua debe ser menor o igual a $10 \mu\text{g/L}$ para ser considerada como potable y sin riesgo para el consumo humano (Tapia et al., 2015).

⁴ Si bien Romero et al. (2003) y Herrera et al. (2019) reconocen la influencia de la minería industrial moderna en las concentraciones de arsénico en las aguas del Loa, ellos también establecen que estas tendrían un efecto marginal en los valores obtenidos.

arsénico realizados en los suelos de la ciudad de Taltal (Reyes et al., 2020; Tarvainen et al., 2020; Reyes et al., 2021), que indican que la concentración natural de arsénico alcanza un rango alto, pero considerado como aceptable (39 mg/Kg)⁵. No obstante, estos valores no reflejan las condiciones en momentos prehispánicos, por cuanto los estudios citados indican que los altos valores de arsénico observables en Taltal tienen un origen antrópico, ligado a la explotación minera industrial en la zona.

En el caso de los seres humanos, se ha determinado que una concentración de arsénico considerada como tóxica debe ser mayor a 1 mg/Kg (Figueroa et al. 1988), estándar que se ha utilizado en estudios arqueológicos en las zonas del extremo norte de Chile (Byrne et al., 2010; Swift et al., 2015). En el caso de los individuos provenientes de la costa de Antofagasta, se debe considerar los recientes estudios desarrollados por Huerta (2019) sobre 25 muestras distribuidas entre el sur de Tocopilla y el sur de Taltal, abarcando desde el Periodo Arcaico hasta el periodo Intermedio Tardío. En ellos se muestra que las concentraciones de arsénico alcanzan un promedio de 5,4 mg/Kg. Al respecto debemos mencionar que los valores obtenidos muestran una gran oscilación, desde individuos que presentan una ausencia de arsénico en la matriz ósea hasta otros con un máximo de 34,4 mg/Kg (Tabla 4). Lamentablemente, en el trabajo de Huerta (2019) sólo se analizó uno de los individuos presentados en este estudio, el cual corresponde al Individuo 3 de Copaca 1, el cual efectivamente presenta una elevada concentración de arsénico. Por otro lado, otros individuos analizados bioarqueológicamente y que no presentaron patologías congénitas a nivel óseo fueron considerados por Huerta (2019), presentando importantes concentraciones de arsénico. En este sentido, no podemos descartar que las poblaciones de la costa de Antofagasta hayan desarrollado mecanismos adaptativos fisiológicos y genéticos que les permitieran resistir la ingesta de arsénico, tal como se ha planteado para las poblaciones del extremo norte de Chile (Apata et al., 2017).

⁵ Los estándares internacionales indican que el rango superior del valor aceptable de la concentración de arsénico en el suelo es de 40 mg/Kg (Bowie y Thornton, 1985).

Tabla 4. Valores de arsénico (mg/Kg) reportados por Huerta (2019) para distintos individuos prehispánicos de la costa de Antofagasta. (* Individuo mencionado en el presente estudio)

| Periodo | Sitio | Individuo | As mg/Kg | |
|-------------------|---------------------|--------------------|----------|------|
| Arcaico | Copaca 1 | 1 | 8,41 | |
| | | 2 | 4,02 | |
| | | 3* | 5,95 | |
| | | Caleta El Fierro 3 | 1 | 5,29 |
| | | Punta Cañas Norte | 5 | 34,4 |
| | | Cachinales 5 | 3 | 7,08 |
| | | San Lorenzo 1 | 1 | 7,98 |
| | | Alero 225b | 3 | 2,73 |
| | | | 4 | 1,03 |
| Formativo | Punta Guasilla | 4 | 0 | |
| | Caleta El Fierro 5 | 3 | 0 | |
| | Caleta El Fierro 4b | 1 | 0 | |
| | | 2 | 0 | |
| | | 3 | 2,48 | |
| | Quebrada Rincón | 1 | 13 | |
| | Alero Bandurrias 4 | 1 | 0,32 | |
| | Punta Salitre 4 | 3 | 7,26 | |
| | San Lorenzo 3 | 1 | 1,26 | |
| | | 2 | 0,38 | |
| | Los Bronces 5 | 1 | 6,5 | |
| | | 2 | 5,6 | |
| | El Gaucho | 1 | 5,87 | |
| Intermedio Tardío | Punta Loreto | 1 | 3,45 | |
| | Alero Bandurrias 2 | 1 | 12,11 | |

Ahora bien, todo parece indicar que la presencia del arsénico registrado en este estudio no tendría su origen en fuentes hídricas, como en el caso del extremo norte de Chile. Frente a esto, se plantean tres posibilidades. La primera de ellas se relaciona con el consumo de una dieta basada en recursos eminentemente marítimos, la cual ha sido establecida como causante de elevados índices de arsénico en diferentes poblaciones (para una revisión de estos casos véase Swift et al., 2015). Una segunda opción correspondería a que la presencia de arsénico en los individuos no se diera por la ingesta de alimentos o agua, sino que por la actividad minera realizada por los grupos costeros de Antofagasta (Salazar et al., 2013), la que produjo la inhalación de partículas de este contaminante natural. Una tercera posibilidad es que la presencia del arsénico observado en los restos óseos humanos de esta zona sean producto de diagénesis de los sedimentos que rodeaban los entierros.

Con respecto a estas tres posibilidades, la primera de ellas encuentra asidero en el alto consumo de recursos marinos de las partes altas de las cadenas tróficas reflejado en las poblaciones de la costa de Antofagasta desde el Holoceno Medio hasta momentos históricos (Andrade, 2020). Esto se correspondería con lo planteado por Swift et al. (2015), sin embargo, la alta ingesta generalizada de recursos marinos en estas poblaciones, no se condice con la alta variabilidad de los valores de arsénico registrados para la zona (Huerta, 2019). Con respecto a la actividad minera, la inhalación de partículas asociada a ella se ha observado en diferentes poblaciones (Swift et al., 2015), ocasionando enfermedades congénitas (Martin et al., 2014; Henn et al., 2017), lo que también ocurriría en poblaciones arqueológicas (Serrano y Santos, 2014). Finalmente, en el caso de la diagénesis, se debe considerar que si bien Swift et al. (2015) han planteado que en el norte de Chile existe una baja probabilidad que se produzcan estos efectos, estudios realizados sobre restos malacológicos de la costa central de Antofagasta, provenientes de depósitos del Pleistoceno y del Holoceno (Guzmán et al., 1999; Labonne y Hillaire-Marcel, 2000), muestran que efectivamente su composición química se vio afectada por estos procesos. Sea como fuere, la presencia de arsénico debe ser evaluada con nuevos estudios enfocados en la presencia de este metal en los sedimentos de las minas explotadas en tiempos prehispánicos, como también en aquellos que se encontraban en las áreas de donde fueron recuperados los esqueletos aquí presentados, sin descartar el muestreo en aguadas a lo largo de la costa de Antofagasta con elevados índices de arsénico.

Factores culturales

Tal como se ha planteado anteriormente, la presencia de los defectos congénitos observados en la costa de Antofagasta podrían ser consecuencia de prácticas sociales de endogamia y consanguinidad (Andrade y Araneda, 2020). Teniendo esto en cuenta, debemos señalar que diferentes estudios de los últimos 15 años indican que las poblaciones que habitaron el área de investigación habrían manifestado una condición biológica y cultural particular, basada principalmente en su aislamiento geográfico. Los estudios serológicos realizados por Henríquez et al., (2004) indican que los habitantes de Paposó poseen patrones genéticos que los relacionan con grupos del extremo norte de Chile, que al mismo tiempo los diferencian claramente de grupos de las zonas del interior, con quienes mantuvieron contactos culturales, aunque no intercambio genético. Posteriormente, Rothhammer et al., (2010), mediante estudios de ADNmt, confirmaron lo planteado en la primera investigación, al afirmar que la población de Paposó tendría una ascendencia que la vincula con los grupos costeros del extremo norte de Chile, habiendo marcado diferencias con los del interior. Recientemente de Saint Pierre et al., (2020) realizaron estudios genéticos comparativos entre las poblaciones interiores y costeras de la región de Antofagasta, concluyendo nuevamente que ambas poblaciones mantenían un acervo genético diferenciado, con componentes claramente trazables de la ascendencia reportada por los

participantes. Lo anterior refuerza la idea de que se mantuvo una fuerte endogamia en ambos sectores (de Saint Pierre et al., 2020), que se habría roto recién a fines del siglo XIX, como consecuencia de la migración ligada a la industrialización de la zona (Aldunate et al., 2010; Ballester et al., 2010; Escobar, 2015; Letelier y Castro, 2017; Castelleti, 2019), lo que provocó no solo la llegada de nuevas poblaciones, sino también el traslado interno de poblaciones locales a diferentes zonas geográficas de la región de Antofagasta.

Por otro lado, los estudios bioarqueológicos son consistentes con los resultados antes mencionados. Estudios métricos de cráneos por Cocilovo et al. (2005) demuestran una afinidad entre la población recuperada en Caleta Huelén 42 con la del extremo costero norte de Chile. Los autores sugieren que, si bien las poblaciones de la costa de Antofagasta habrían tenido un origen común con las del extremo norte de Chile, sufrieron un proceso de microevolución y diferenciación local, dado su relativo aislamiento geográfico. Estudios métricos posteriores en cráneos de los sectores Paposo y Taltal muestran que estos tienen una alta similitud con los de Caleta Huelén 42, por lo que sería razonable extrapolar este proceso de diferenciación propuesto a toda la costa de Antofagasta (Ibacache, 2015). Martínez et al. (2015) han hecho una sugerencia similar, basados en el estudio de rasgos craneales no métricos de la misma zona.

Adicionalmente, estudios de documentos coloniales realizados por Ballester y Gallardo (2017, ver también Casassas, 1974; Aldunate et al., 2010 y Ballester, 2017) muestran que los matrimonios en la población de la costa de Antofagasta durante el siglo XVII seguirían una persistencia local, en la que ambos cónyuges proceden de sectores geográficamente diferentes, pero siempre dentro de las zonas costeras. Se ha propuesto entonces que estas poblaciones habrían manifestado una exogamia a nivel local, pero una endogamia a nivel regional, es decir, la zona costera. La presencia de este patrón se puede ver claramente hasta el siglo XIX, momento en el que deja de aparecer en los registros clericales. Se ha sugerido que este sistema de parentesco estaría íntimamente ligado al mantenimiento de un espacio de explotación de los recursos, con lo cual se pretendía controlar el acceso a los mismos por parte de grupos familiares cerrados, a fin de evitar conflictos sociales por su uso (Aldunate et al., 2010; Ballester y Gallardo, 2017; de Saint Pierre et al., 2020).

Todos estos datos sugieren que es probable que las anomalías congénitas presentadas en este trabajo sean consecuencia de prácticas de consanguinidad que habrían caracterizado a las poblaciones costeras a lo largo de la secuencia prehispánica. Sin embargo, la consanguinidad propuesta no debe considerarse como resultado de un supuesto aislamiento geográfico. Por el contrario, la evidencia arqueológica regional es elocuente en evidencia directa e indirecta de movimientos e intercambios de personas, incluyendo los accesos de grupos de la costa al interior (Pimentel et al., 2017), así como grupos del interior que accedieron a la costa periódicamente (Aldunate et al., 2010). Esta movilidad habría

favorecido un contacto relativamente permanente entre las poblaciones costeras y del interior, con especial intensidad al menos desde el período Arcaico Tardío hasta el siglo XIX.

Por tanto, proponemos que la presencia de estas patologías congénitas podría corresponder a la manifestación biológica de una tradición sustentada en una elección cultural, basada en el mantenimiento de redes de parentesco restringidas a la zona costera, excluyendo la participación de agentes foráneos, a pesar de la intensa interacción económica entre la costa y poblaciones del interior (Ballester y Gallardo, 2017). En otras palabras, el contacto con grupos exógenos permitiría el intercambio de bienes y productos, pero no una entrada masiva al litoral, reconocido como un sector propio. En consecuencia, este ámbito geográfico también se convertiría en un territorio de reproducción exclusivo para sus habitantes. A esto se debe sumar el hecho de que estudios demográficos en poblaciones etnohistóricas desde el sur del Perú hasta Taltal dan cuenta de grupos relativamente pequeños (Larraín, 1974). De hecho, Ballester y Grimberg (2018) indican que entre 1580 y 1830, los más de 500 km de largo que posee la costa de Antofagasta, habría sido ocupada por menos de 500 personas. Desde el punto de vista de la paleodemografía, estos grupos habrían tenido altas tasas de fertilidad y mortalidad, estrategia que respondería a un proceso social adaptativo a la presión ambiental al que estos grupos estuvieron sometidos. Este patrón se replicaría de manera relativamente similar en las poblaciones de Arica (Costa et al., 2000), Tarapacá (Cocilovo et al., 1999) y Antofagasta (Clarot y Moraga, 2017).

Las prácticas de endogamia podrían corresponder a un mecanismo social ancestral que formó parte de un proceso histórico de construcción y reconstrucción de un sentido de identidad socio-territorial entre las poblaciones de la costa antofagastina (Salazar et al., 2018, 2020; Castelleti, 2019, 2020), a pesar de las notorias transformaciones socioculturales que el registro arqueológico regional muestra a lo largo del Holoceno (Castelleti, 2007; Salazar et al., 2015; Salazar et al. 2020). Debemos remarcar que la presencia de las patologías aquí señaladas se reporta en su totalidad en individuos adultos recuperados en áreas funerarias características de los grupos humanos que habitaron la costa de Antofagasta. De esta forma, podemos suponer que, a diferencia de lo indicado por Barnes (1994), no corresponderían a parias sociales dentro de su grupo. Por el contrario, tal como se ha planteado anteriormente para las poblaciones de la costa del norte de Chile (Silva-Pinto et al., 2013; Araneda y Andrade 2020), los individuos que poseían estas enfermedades habrían sido sujetos de cuidado, no quedando expuestos a circunstancias ligadas a infanticidio, como se ha propuesto para grupos formativos del interior del norte de Chile (González-Ramírez et al., 2019).

Volviendo al punto de las prácticas endogámicas, se debe establecer que si bien la presencia de defectos congénitos en poblaciones arqueológicas se ha asociado principalmente a grupos con sistemas sociales jerárquicos (Goldstein et al., 1976;

Brothwell, 1987; Turkel, 1989; Henneberg y Henneberg, 1999; Comsa et al., 2011; Titelbaum y Uceda, 2015; Groza et al., 2016), donde las prácticas matrimoniales consanguíneas tienen objetivos sociales y políticos explícitos, estos también se han reflejado en poblaciones de cazadores-recolectores (Macdonald y Hewlett, 1999; Pemberton y Rosenberg, 2014; Walker y Bailey, 2014).

Se ha sugerido que los cazadores-recolectores habrían desarrollado sistemas de parentesco extensos y unilineales que limitaban el matrimonio entre parientes cercanos (Marlowe, 2004; Walker y Bailey, 2014), controlando así la posibilidad de generar descendencia consanguínea. Estudios etnográficos han indicado que, dentro de este modelo, la movilidad de los grupos cazadores-recolectores no jugaría un papel fundamental en la reducción o estimulación de la endogamia (Surovell, 2000; Sikora et al., 2017). Asimismo, Pemberton y Rosenberg (2014) han argumentado que si bien los cazadores-recolectores tienen reglas que limitan la endogamia e incluso tienen reglas que regulan explícitamente el incesto, la unión de parejas consanguíneas se produciría de forma “crítica”, es decir, como consecuencia de una base de parentesco cercana, pero no necesariamente conocida entre las partes del matrimonio. Adicionalmente, se ha sugerido que las prácticas de endogamia entre cazadores-recolectores no presentan un patrón general, ya que se ha visto que pueden ser llevadas a cabo por toda la comunidad o por un sector específico dentro de ellas (Thornhill y Fischer, 2014; Brewer, 2016).

Si bien no estamos en condiciones de afirmar que estas prácticas endogámicas se hubieran llevado a cabo de la misma manera que han sido identificadas por Ballester y Gallardo (2017) a partir del registro colonial, creemos que estas pueden tener sus antecedentes en formas pasadas que pudieron haber sido similares incluso a las que se mantienen actualmente, las que se relacionan a formas de convivencia ligadas a la apropiación del espacio y sus productos (Castelleti et al., 2019). Uno de los resultados de esta práctica habría sido la manifestación de anomalías congénitas producto de la recombinación de un acervo genético limitado.

Conclusiones

En este trabajo hemos reportado la ocurrencia de patologías congénitas en un grupo de individuos correspondientes a cazadores-recolectores de diferentes momentos de la prehistoria de la costa de Antofagasta. Específicamente, se identificó la ocurrencia de dientes supernumerarios, hipoplasia de la fosa posterior del cráneo, sacralización de L5, espina bífida oculta, y también probables casos de síndrome de Klippel-Feil y espondilitis anquilosante en individuos de áreas cercanas a Tocopilla, Cobija, Antofagasta y Taltal, los que se distribuyen del Periodo Arcaico al Periodo Intermedio Tardío.

Dada la presencia y etiología de las patologías aquí registradas, teniendo en cuenta la información ambiental, genética, osteológica y etnohistórica disponible para el área, así como la descripción clínica de estas patologías en diferentes poblaciones, hemos propuesto que la ocurrencia de estas podría tener su origen tanto en la ingesta de arsénico, como en la mantención de un sistema de parentesco basado en la consanguinidad de las parejas, por parte de las poblaciones costeras de la región de Antofagasta, participando de un sistema endogámico “críptico” (Pemberton y Rosenberg, 2004). Lamentablemente, el estado de esta investigación nos limita en establecer efectivamente si la ingesta y/o inhalación de arsénico son los causantes de estas patologías, o si todos los miembros de las comunidades participaron activamente en el sistema de parentesco propuesto. Por otro lado, tampoco podemos descartar que la ingesta de otros metales pueda estar causando las enfermedades aquí mencionadas, como se ha sugerido en recientes trabajos, los cuales han detectado la presencia elevada de cadmio y cobre en restos humanos (Huerta, 2019), y de mercurio en recursos marinos consumidos en tiempos prehistóricos (Biton-Porsmoguer et al., 2022). Todos estos metales tienen el potencial de generar enfermedades congénitas (Winter, 1982; da Rocha et al., 2011; Taboada et al., 2017; Bjorklund et al., 2019). En consecuencia, no podemos descartar a priori que tanto la ingesta/inhalación de uno o más metales junto a la presencia de un sistema de parentesco que pudo haber estimulado la endogamia, pudieran haber funcionado de manera paralela, afectando la expresión de las patologías aquí reportadas.

En el futuro, esperamos contar con análisis de sedimentos, otras muestras ósea y revisiones de otras que ya han sido reportadas, pero donde el énfasis no ha estado ni en las patologías congénitas, ni en el estudio de ADNmt antiguo en nuestras muestras. Esto, nos ayudará a estimar con mayor precisión la propuesta presentada en este artículo.

Agradecimientos

Esta investigación fue realizada con el apoyo de los proyectos FONDECYT 1151203, FONDECYT 1100951 y FONDECYT 1170120 y del proyecto FONDART 6527/2013. Los autores agradecen a todos los amigos y colegas que participaron en las campañas de terreno y laboratorio de los mencionados proyectos. Agradecemos también los comentarios y visiones críticas de los evaluadores y del equipo editorial de Estudios Atacameños, los que ayudaron a mejorar la calidad del escrito.

Finalmente, los autores dedican este artículo a la memoria de nuestra querida amiga y colega Victoria Castro Rojas. Sin saberlo, este fue el último trabajo que tuvimos la posibilidad de compartir antes de su prematura partida. Sea este entonces nuestro pequeño homenaje y permanente recuerdo de las jornadas de trabajo y alegría vividas en diferentes paisajes de la costa arreica. Navega por aguas calmas, querida maestra changea.

Referencias citadas

- Aldunate, R. (2001). Malformaciones pulmonares congénitas. *Revista Chilena de Pediatría*, 72(1), 52-57. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062001000100010>
- Aldunate, C., Castro, V. y Varela, V. (2010). Los Atacamas y el pescado de Cobija. En homenaje al maestro John Víctor Murra. *Chungará (Arica)*, 42(1), 341-347. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562010000100039>
- Alfonso-Durruty, M., Calás, E. y Morello, F. (2011). Análisis bioantropológico de un enterratorio humano del Holoceno Tardío en Cabo Nose, Tierra del Fuego, Chile. *Magallania (Punta Arenas)*, 39(1), 147-162. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442011000100009>
- Andrade, P. (2020). *La dieta del periodo Formativo en la costa del desierto de Atacama a través del estudio de isótopos estables*. [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de Tarapacá-Universidad Católica del Norte.
- Andrade, P. y Araneda, M. (2020). Causas o azares: reflexiones en torno a la presencia de malformaciones congénitas de la columna vertebral en poblaciones arqueológicas de la costa desértica de Antofagasta. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 22(2): e019. <https://doi.org/10.24215/18536387e019>
- Andrade, P., Castro, V. y Aldunate, C. (2016). Reconstrucción del modo de vida de individuos del arcaico de la costa arcaica del norte de Chile: una aproximación bioarqueológica desde el sitio Copaca 1. *Chungará (Arica)*, 48(1), 73-90. <https://doi.org/j7m2>
- Andrade, P., Fernandes, R., Codjambassis, K., Urrea, J., Olgúin, L., Rebolledo, S., Lira, F., Aravena, C. y Berríos, M. (2015). Subsistence continuity linked to consumption of marine protein in the formative period in the interfluvic coast of northern Chile: re-assessing contacts with agropastoral groups from highlands. *Radiocarbon*, 57(4), 679-688. https://doi.org/10.2458/azu_rc.57.18448
- Andrade, P., Salazar, D., Urrea, J. y Castro, V. (2014). Modos de vida de los cazadores-recolectores de la costa arcaica del norte grande de Chile: una aproximación bioarqueológica a las poblaciones prehistóricas de Taltal. *Chungará (Arica)*, 46(3), 467-491. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562014000300010>
- Andrade, P., Urrea, J., Salazar, D., Berríos, M., Codjambassis, K., Aravena, C. y Lira, F. (2014). Women hunter-gatherers from the Archaic VI Period (≈3500-1500 cal BP). First approach to a reconstruction of gender bioarchaeology [Poster]. *16th Annual BABA Conference*. Durham University, Reino Unido.
- Apata, M., Arriaza, B., Llop, E. y Moraga, M. (2017). Human adaptation to arsenic in Andean populations of the Atacama Desert. *American Journal of Physical Anthropology*, 163(1), 192-199. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23193>
- Araneda, M. y Andrade, P. (2020). Estudio de caso: conservación y análisis osteobiográfico del material óseo proveniente del sitio Hornos de Cal, costa de Taltal, norte de Chile. *Revista del Museo de Antropología*, 13(3), 7-22. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v13.n3.27745>

- Araújo, A., Reinhard, K., Ferreira, L. F., Pucu, E. y Chieffi, P. (2013). Paleoparasitology: the origin of human parasites. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 71(9B), 722-726. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20130159>
- Ardiles, H., Ballester, B. y Clarot, A. (2011). Elección de dieta en poblaciones pasadas costeras de la II Región: una mirada multidisciplinaria. *Fondo de Apoyo a la Investigación Patrimonial. Informes*, (14), 83-110. <https://bit.ly/3LdAfl>
- Arias, M. y Herrera, M. (2012). Caracterización del modo de vida, salud y dieta de las poblaciones de los cementerios Caserones-Tarapacá 40 y Cábano 3 (Período Formativo, Región de Tarapacá). En *Actas del XVIII Congreso Nacional de Arqueología Chilena* (pp. 45-54). Andros.
- Arriaza, B. T. (1993). Seronegative spondyloarthropathies and diffuse idiopathic skeletal hyperostosis in ancient northern Chile. *American Journal of Physical Anthropology*, 91(3), 263-278. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330910302>
- Arriaza, B., Amarasiwardena, D., Cornejo, L., Standen, V., Byrne, S., Bartkus, L. y Bandak, B. (2010). Exploring chronic arsenic poisoning in pre-Columbian Chilean mummies. *Journal of Archaeological Science*, 37(6), 1274-1278. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.12.030>
- Arriaza, B. y Galaz-Mandokovic, D. 2020. Expansión minera, déficit hídrico y crisis sanitaria. la potabilización del río Toconce y el impacto del arsenicismo en la población de la Provincia de Antofagasta (1915-1971). *Historia* 396, 10(1), 73-114. <https://bit.ly/3NfgWlm>
- Arriaza, B., Standen, V., Soto, L. y Aravena, N. (2019). A prehistoric case of developmental defects of the spine in a young adult female from the Atacama Desert. *International Journal of Osteoarchaeology*, 29(2), 346-349. <https://doi.org/10.1002/oa.2738>
- Aspillaga, E., Ocampo, C. y Rivas, P. (1999). Restos óseos humanos de contextos arqueológicos del área de Isla de Navarino: indicadores de estilos de vida en indígenas canoeros. *Anales del Instituto de la Patagonia*, (26), 123-135. <https://bit.ly/3n1BF1x>
- Aufderheide, A. y Rodríguez-Martín, C. (1998). *The Cambridge encyclopedia of human paleopathology*. Cambridge University Press.
- Baca, R., López, C., Alobera, M. y Leco, M. (2007). Mesiodens mandibular. *Científica Dental*, 4(3), 199-202.
- Ballester, B. (2017). Parentesco y política de los cazadores, pescadores y recolectores marinos del Desierto de Atacama según crónicas, documentos históricos y restos materiales. En F. Gallardo, B. Ballester y N. Fuenzalida (Eds.), *Monumentos funerarios de la costa del Desierto de Atacama. Los cazadores recolectores marinos y sus intercambios (500 a.C.-700 d.C.)* (pp: 47-50). Sociedad Chilena de Arqueología. <https://bit.ly/4268VDz>
- Ballester, B. y Gallardo, F. (2017). La versatilidad del parentesco en la reproducción social: El caso de los cazadores-pescadores marinos del desierto de Atacama (siglos XVI-XIX, norte de Chile). *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología*, (47), 7-28. <https://bit.ly/3NgkXGi>
- Ballester, B., Clarot, A., Bustos, V., Llagostera, A. y Garcés, H. (2014). Arqueología de la prehistoria de la Península de Mejillones: el campamento de Los Canastos 3 desde sus cuadernos de campo y materiales de museo. *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología*, (43/44), 5-21. <https://bit.ly/3NmmQ49>

- Ballester, B., Clarot, A. y Llagostera, A. (2014). El cementerio de Auto Club de Antofagasta y la sociedad litoral entre los 1000 y 1450 d.c. *Hombre y Desierto*, (18), 187-212. <https://cutt.ly/g5IRzne>
- Ballester, B. y Grimberg, D. (2018). Historia de la vegetación y ocupación humana en la costa del desierto de Atacama (Antofagasta, Chile). *Hombre y Desierto*, (22), 143-172. <https://bit.ly/40Ng9ev>
- Ballester, B., San Francisco, A. y Gallardo, F. (2010). Modo de vida y economía doméstica de las comunidades cazadoras recolectoras costeras del desierto de Atacama en tiempos coloniales y republicanos. *Taltalia*, (3), 21-32. <https://bit.ly/3LF7jvh>
- Ballester, B., Vidal, E., Calás, E., Gallardo, F., Aguilera, P., Pellegrino, C. y Clarot, A. (2018). Un enclave arcaico tardío en la aguada costera de Gualaguala (desierto de Atacama, norte de Chile). *Chungará (Arica)*, 50(3), 349-367. <https://doi.org/j7x4>
- Barnes, E. (1994). *Developmental Defects of the Axial Skeleton in Paleopathology*. University of Colorado.
- Barnes, E. (2008). Congenital anomalies. En R. Pinhasi y S. Mays (Eds.), *Advances in Human Paleopathology*, (pp.329-362). John Wiley and Sons.
- Barnes, E. (2012). *Atlas of Developmental Field Anomalies of the Human Skeleton. A Paleopathology Perspective*. Wiley-Blackwell.
- Becker, S. y Juengst, S. (2017). Establishing a Bioarchaeology of Community. *Archeological Papers of the American Anthropological Association*, 28(1), 6-12. <https://doi.org/10.1111/apaa.12084>
- Biton-Porsmoguer, S., Bouchoucha, M., Marco-Miralles, F., Salazar, D. y Béarez, P. (2022) Fish vertebrae as archaeological biomarkers of past marine ecological conditions: Comparison of mercury levels in Chilean swordfish between the middle Holocene and the modern period. *International Journal of Osteoarchaeology*, 32(1), 111-119. <https://doi.org/j7x5>
- Bjorklund, G., Chirumbolo, S., Dadar, M., Pivina, L., Lindh, U., Butnariu, M. y Aaseth, J. (2019). Mercury exposure and its effects on fertility and pregnancy outcome. *Basic & clinical pharmacology & toxicology*, 125(4), 317-327. <https://doi.org/10.1111/bcpt.13264>
- Borgaonkar, D.S. (1994). *Chromosomal Variation in Man* (7th ed.). Wiley-Liss.
- Bowie, S. H. y Thornton, I. (Eds.). (2012). *Environmental geochemistry and health: report to the Royal Society's British National Committee for Problems of the Environment*. D. Reidel.
- Blanco G. (2005). Dientes múltiples supernumerarios. No relacionados a un síndrome: reporte de un caso. *Revista Estomatológica*, 13(1), 13-18. <https://bit.ly/42ae39R>
- Brewer, D. (2016). A systematic review of post-marital residence patterns in prehistoric hunter-gatherers. *BioRxiv*: 057059. <https://doi.org/10.1101/057059>
- Brickley, M. y Ives, R. (2010). *The Bioarchaeology of Metabolic Bone Disease*. Elsevier.
- Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360. <https://doi.org/10.1017/S0033822200033865>

- Brothwell, D. (1987). *Desenterrando huesos. La excavación, tratamiento y estudio de los restos del esqueleto humano*. Fondo de Cultura Económica
- Brown, M. A., Kennedy, L., Macgregor, A., Darke, C., Duncan, E., Shatford, J., Taylor, A., Calin, A. y Wordsworth, P. (1997). Susceptibility to ankylosing spondylitis in twins the role of genes, HLA, and the environment. *Arthritis & Rheumatism*, 40(10), 1823-1828. <https://doi.org/10.1002/art.1780401015>
- Bundschuh, J., Litter, M. I., Parvez, F., Román-Ross, G., Nicolli, H. B., Jean, J., Lium C-W., López, D., Armienta M. A., Guilherme, L., Gomez, A., Cornejo, L., Cumbal, L. y Toujaguez, R. (2012). One century of arsenic exposure in Latin America: a review of history and occurrence from 14 countries. *Science of the Total Environment*, 429, 2-35. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.06.024>
- Byrne, S., Amarasiriwardena, D., Bandak, B., Bartkus, L., Kane, J., Jones, J. yañez, J., Arriaza, B. y Cornejo, L. (2010). Were Chinchorros exposed to arsenic? Arsenic determination in Chinchorro mummies' hair by laser ablation inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS). *Microchemical Journal*, 94(1), 28-35. <https://doi.org/chsvzm>
- Cases, B., Rees, C., Pimentel, G., Labarca, R. y Leiva, D. (2008). Sugerencias desde un contexto funerario en un " espacio vacío " del desierto de Atacama. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 13(1), 51-70. <https://doi.org/10.4067/S0718-68942008000100004>
- Casassas, J. (1974). *La región atacameña en el Siglo XVII*. Universidad de Antofagasta.
- Castelleti, J. (2007). *Patrón de asentamiento y uso de recursos a través de la secuencia ocupacional prehispánica en la costa de Taltal*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Católica del Norte - Universidad de Tarapacá.
- Castelleti, J. (2019). Continuidad cultural entre las familias camanchaco-chango paposinas durante los siglos XVIII y XIX, a través del análisis de la categoría social del "agregado". *Estudios Atacameños*, (63), 147-170. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2019-0024>
- Castelleti, J. (2020). History of the Landscape and Rural Territory among the Indigenous Families of Paposo and Taltal on the Atacama Desert Coast. *Journal of Family History*, 45(3), 255-273. <https://doi.org/10.1177/0363199019874010>
- Castelletti, J., Reyes, O., Trejo, V., Flores C. y Villarroel, M. (2018). Funebria y paisaje local durante la transición arcaico-formativa en Taltal. El caso de portezuelo de Choluto. *Taltalia*,(11),36-70. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3700879>
- Castelleti, J., Villarroel, M., Almendares, H. y Mercado, P. (2019). Historia del paisaje rural entre las familias de Paposo y Taltal. *Diálogo andino*, (58), 77-88. <https://doi.org/j7zd>
- Castro, M., Pacheco, A., Kuzmanic, I., Clarot, A. y Díaz, P. (2020). Treponematosis in a pre-Columbian hunter-gatherer male from Antofagasta (1830±20 BP, Northern Coast of Chile). *International Journal of Paleopathology*, (30), 10-16. <https://doi.org/j7zf>
- Castro, V. (2014). Pre-Hispanic cultures in the Atacama desert: a Pacific coast overview. En N. Sanz, B. Arriaza y V. Standen (Eds.), *The Chinchorro culture. A comparative perspective. The archaeology of the earliest human mummification* (pp. 11-34). Andros.

- Castro, V., Aldunate, C., Varela, V., Olgúin, L., Andrade, P., García-Albarido, F., Rubio, F., Castro, P., Maldonado, A. y Ruz, J. (2016). Ocupaciones arcaicas y probables evidencias de navegación temprana en la costa arcaica de Antofagasta, Chile. *Chungará (Arica)*, 48(5), 503-530. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562016005000039>
- Castro-Santos, P., Gutiérrez, M. y Díaz-Peña, R. (2014). Genética, HLA-B27 y espondilitis anquilosante: 40 años. *Revista Médica de Chile*, 142(9), 1165-1173. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872014000900011>
- Catalán, J., Nazer, J. y Cifuentes, L. (2005). Impacto de las malformaciones congénitas en una Unidad de Cuidados Especiales Neonatales. *Revista Chilena de Pediatría*, 76(6), 567-572. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062005000600003>
- Clarot, A., Méndez, A. y Ballester, B. (2015). Un costeño del desierto de Atacama: acercamiento al modo de vida en el periodo Intermedio Tardío mediante imagenología e isótopos estables. *Taltalia*, (7-8), 39-60. <https://bit.ly/41MQyUq>
- Clarot, A. y Moraga, M. (2017). Mortalidad temprana y sus respuestas adaptativas: análisis paleodemográfico en el litoral del Desierto de Atacama (500 cal. a.C.-700 d.C.). En F. Gallardo, B. Ballester y N. Fuenzalida (Eds.), *Monumentos funerarios de la costa del Desierto de Atacama. Los cazadores recolectores marinos y sus intercambios (500 a.C.-700 d.C.)* (pp.225-231). Sociedad Chilena de Arqueología. <https://bit.ly/3NIPm5W>
- Cocilovo, J., Quevedo, S., Varela, H., Valdano, S. y Castro, M. (1999). Biología del grupo prehistórico de Pisagua, costa norte de Chile. *Estudios Atacameños*, (17), 207-235. <https://doi.org/10.22199/S07181043.1999.0017.00010>
- Cocilovo, J., Varela, H., Costa-Junqueira, M. y Quevedo, S. (2005). Los pescadores arcaicos de la desembocadura del río Loa (norte de Chile): el sitio Caleta Huelén 42. *Chungara (Arica)*, 37(1), 5-19. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562005000100002>
- Comsa, A., Kogalniceanu, R. y Nalbitoru, A. (2011). The burial beneath the getic earthen defence wall of the dava from Radovanu – Gorgana Întâi. *Thraco-dacica*, (25-26), 31-38. <https://bit.ly/4134x7z>
- Cortez, C., Schulz, R. y Pardo, R. (2017). Espina bífida en adultos: Una revisión de las alteraciones musculoesqueléticas. *Archivos de Medicina*, 13(2), 12. <https://bit.ly/3ADIXFq>
- Costa, M., Varela, H., Cocilovo, J., Quevedo, S. y Valdano, S. (2000). Perfil paleodemográfico de Morro de Arica, una población de pescadores arcaicos del norte de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 49, 215-235. <https://bit.ly/44cWuaP>
- Costa-Junqueira, M. (2001). Modalidades de enterramientos humanos arcaicos en el norte de Chile. *Chungará (Arica)*, 33(1), 55-62. <https://doi.org/cbnqz2>
- Costa-Junqueira, M. y Sanhueza, J. (1976). *Poblaciones precolombinas de la costa norte de Chile: Restos óseos humanos de los cementerios Punta Blanca y Auto Club (Antofagasta)*. Seminario Medio Integral. Universidad del Norte, Antofagasta.
- Da Rocha, J. C., Maior, R. S. y Tomaz, C. (2011). Mercury pollution and congenital malformations detected at birth in Porto Velho, Brazil, from 1997 to 2007. *Salud UIS*, 43(3), 237-240. <https://bit.ly/3VcRCOV>

- De Saint Pierre, M., Faure, M. y Morales, H. (2020). Análisis histórico genético de la población de la región de Antofagasta revela discontinuidad en la costa y valles interiores. *Estudios Atacameños*, (64), 183-198. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2020-0007>
- Drupka, B., Wysocka, J. y Nowaczewska, W. (2019). Klippel–Feil syndrome with associated cervical rib in a human skeleton from Wagrowiec (Poland, 14th–17th centuries). *International Journal of Osteoarchaeology*, 29(1), 174-180. <https://doi.org/j7zg>
- Escobar, M. (2015). El devenir de la tradición desértico costera en Atacama. En GIPART (Eds.), *Estudios sociales del mar, regiones costeras y sus recursos. Identidad, territorio y economía política*. (pp.173-192). Perro Negro
- Fabra, M. y Salega, S. (2016). Developmental defects in the spine: Initial findings in archaeological cases from Cordoba highlands (Argentina). *International Journal of Osteoarchaeology*, 26(3), 397-407. <https://doi.org/10.1002/oa.2429>
- Ferembach, D. (1963). Frequency of spina bifida occulta in prehistoric human skeletons. *Nature*, 199(4888), 100-101. <https://doi.org/10.1038/199100a0>
- Fernandes, T. y Costa, C. (2007). Klippel-Feil syndrome with other associated anomalies in a medieval Portuguese skeleton (13th–15th century). *Journal of Anatomy*, 211(5), 681-685. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2007.00809.x>
- Fernández, P., Valmaseda, E., Berini, L. y Gay, C. (2006). Estudio retrospectivo de 145 dientes supernumerarios. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11(4), 339-344. <https://bit.ly/3n4I9Na>
- Figuerola, L., Razmilic, B., Allison, M. y González, M. (1988). Evidencia de Arsenicismo Crónico en Momias del Valle Camarones. Región Tarapacá, Chile. *Chungará (Arica)*, (21), 33-42. <https://bit.ly/446UQHx>
- Fletcher, M. y Locke, G.R. (2005). *Digging Numbers: Elementary statistics for archaeologists*. Segunda Edición. Oxford University School of Archaeology.
- Focacci A. y Chacón C. (1989). Excavaciones arqueológicas en los faldeos del Morro de Arica sitios Morro 1/6 y 2/2. *Chungará (Arica)*, (22), 15-62. <https://bit.ly/3oMja1r>
- Frikha, R. (2020). Klippel-Feil syndrome: a review of the literature. *Clinical Dysmorphology*, 29(1), 35-37. <https://doi.org/10.1097/MCD.0000000000000301>
- Fuentes, N., Prince, J. y Salas, J. (2005). Deformidad de Klippel-Feil con anomalía de Arnold-Chiari tipo I y siringomielia. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 34(1). <https://bit.ly/3LB7B59>
- Correa, G., Amaral, L. y Vedolin, L. (2011). Neuroimaging of Dandy-Walker malformation: new concepts. *Topics in Magnetic Resonance Imaging*, 22(6), 303-312. <https://doi.org/j7zk>
- García Pérez, R. y García Moreno, R. (2011). Un caso raro de cervicalgia crónica: el síndrome Klippel-Feil. *SEMERGEN. Sociedad Española de Medicina Rural y Generalista*, 37(1), 45-48. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2010.02.012>

- Geller, P. y Stockett Suri, M. (2014). Relationality, corporeality and bioarchaeology: Bodies qua bodies, bodies in context. *Cambridge Archaeological Journal*, 24(3), 499-512. <https://doi.org/10.1017/S0959774314000523>
- Gerszten, P., Gerszten, E. y Allison, M. (2001). Diseases of the spine in South American mummies. *Neurosurgery*, 48(1), 208-213. <https://doi.org/bffqsg>
- Goldstein, M., Arensburg, B. y Nathan, H. (1976). Pathology of bedouin skeletal remains from two sites in Israel. *American Journal of Physical Anthropology*, 45(3), 621-640. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330450329>
- González-Ramírez, A., Pacheco, A., Sáez, A. y Arregui, I. (2019). Infants from the Tarapacá 40 cemetery (Northern Chile, Formative Period, 1000 BC-AD 600). *International Journal of Osteoarchaeology*, 29(5), 874-880. <https://doi.org/10.1002/oa.2803>
- Groza, V., Simalcsik, A., Bejenaru, L. y Simalcsik, R. (2016). Spina bifida occulta in medieval and postmedieval times in Eastern Romania. *Memoirs of the Scientific Sections of the Romanian Academy*, 39, 103-115. <https://bit.ly/3LB9Fv1>
- Guapi, V. y Martínez, I. (2019). Síndrome de Klippel-Feil autosómico dominante: una malformación de segmentación vertebral. *Revista Chilena de Pediatría*, 90(2), 194-201. <https://doi.org/10.32641/rchped.v90i2.779>
- Guzmán, N., Dauphin, Y., Cuif, J. P., Denis, A. y Ortlieb, L. (2008). Diagenetic changes in *Concholepas concholepas* shells (Gastropoda, Muricidae) in the hyper-arid conditions of Northern Chile—implications for palaeoenvironmental reconstructions. *Biogeosciences Discussions*, 5(1), 501-530. <https://doi.org/10.5194/bgd-5-501-2008>
- Haffer, H., Becker, L., Putzier, M., Wiethölter, M., Ziegeler, K., Diekhoff, T., Pumberger, M. y Hardt, S. (2021). Changes of Fixed Anatomical Spinopelvic Parameter in Patients with Lumbosacral Transitional Vertebrae: A Matched Pair Analysis. *Diagnostics*, 11(1), 59. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11010059>
- Henn, C.B., Bellinger, D.C., Hopkins, M.R., Coull, B.A., Erttinger, A.S., Jim, R., Hatley, E., Christiani, D. C. y Wright, R.O. (2017). Maternal and cord blood manganese concentrations and early childhood neurodevelopment among residents near a mining-impacted superfund site. *Environmental health perspectives*, 125(6): 067020. <https://doi.org/10.1289/EHP925>
- Henneberg, R. y Henneberg, M. (1999). Variation in the closure of the sacral canal in the skeletal sample from Pompeii, Italy, 79 AD. *Perspectives in Human Biology*, 4(1), 177-188. <https://bit.ly/3NmQ5nF>
- Henríquez, H., Moraga, M., Llop, E. y Rothhammer, F. (2004). Caracterización genético molecular de habitantes de Caleta Paposo, último reducto Chango en Chile. *Revista Médica de Chile*, 132(6), 663-672. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872004000600002>
- Herrera, V., Carrasco, C., Araneda, P., Varas, V. y Rojo, C. (2019). Riesgo ecológico potencial por arsénico en la desembocadura del río loa, norte de Chile. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 609-622. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.08>

- Hirsch, J., Pierre-Kahn, A., Renier, D., Sainte-Rose, C. y Hoppe-Hirsch, E. (1984). The Dandy-Walker malformation: a review of 40 cases. *Journal of Neurosurgery*, 61(3), 515-522. <https://doi.org/10.3171/jns.1984.61.3.0515>
- Hogg, A., Heaton, T., Hua, Q., Palmer, J., Turney, C., Southon, J., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Boswijk, G., Bronk, C., Pearson, C., Petchey, F., Reimer, P., Reimer, R. y Wacker, L. (2020). SHCal20 Southern Hemisphere calibration, 0–55,000 years cal BP. *Radiocarbon*, (62), 759-778. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.59>
- Hsieh, C., Vanderford, J., Moreau, S. y Prong, T. (1999). Lumbosacral transitional segments: Classification, prevalence, and effect on disk height. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 23(7), 483-489. <https://doi.org/10.1067/mmt.2000.108817>
- Hukelova, Z. y Kroslovakova, M. (2021). Klippel-Feil syndrome cases from Slovakia. *International Journal of Paleopathology*, 33, 188-195. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2021.04.011>
- Huerta, C. (2019). *Contaminantes del Desierto: Evaluación de la presencia de elementos tóxicos en las poblaciones arqueológicas de la costa de Antofagasta* [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad de Concepción.
- Ibacache, M. (2015). *Aproximación al estudio de los rasgos craneométricos de la costa arica del norte de Chile* [Memoria de pregrado no publicada]. Universidad de Concepción.
- Joyce, R. (2005). Archaeology of the body. *Annual Reviews in Anthropology*, 34, 139-158. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.33.070203.143729>
- Juberg, R. y Gershanik, J. (1976). Cervical vertebral fusion (Klippel-Feil) syndrome with consanguineous parents. *Journal of Medical Genetics*, 13(3), 246-249. <https://doi.org/10.1136/jmg.13.3.246>
- Labonne, M. y Hillaire-Marcel, C. (2000). Geochemical gradients within modern and fossil shells of *Concholepas concholepas* from Northern Chile: An insight into U–Th systematics and diagenetic/authigenic isotopic imprints in mollusk shells. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 64(9), 1523-1534. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(99\)00367-1](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(99)00367-1)
- Larsen, C. (1997). *Bioarchaeology. Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. University of Cambridge
- Larsen, C. (2018). The bioarchaeology of health crisis: infectious disease in the past. *Annual Reviews in Anthropology*, 47, 295-313. <https://doi.org/gfkrhj>
- Larraín, H. (1974). Demografía y asentamientos de los pescadores costeros del sur peruano y norte chileno, según informes del cronista Antonio Vásquez de Espinoza (1617-1618). *Revista de Geografía Norte Grande*, (1), 55-80. <https://bit.ly/3HiM7Iz>
- Leboeuf, C., Kimber, D. y White, K. (1989). Prevalence of spondylolisthesis, transitional anomalies and low intercrestal line in a chiropractic patient population. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 12(3), 200-204.
- Letelier, J. y Castro, V. (2017). Changos en el Puerto de Cobija. Transformaciones sociales durante el siglo XIX. *Revista Española de Antropología Americana*, 47, 127-142. <https://doi.org/10.5209/REAA.61974>

- Llagostera, A. (1990). La navegación prehispánica en el norte de Chile: bioindicadores e inferencias teóricas. *Chungará (Arica)*, (24-25), 37-51. <https://bit.ly/40T52Rb>
- Llagostera, A. y Cruz, J. (2010). Evaluación del recurso arqueológico de la costa del desierto de Atacama para diversificar los destinos del turismo de intereses especiales de la región de Antofagasta. *Taltalia*, (3), 45-55 <https://bit.ly/3Nj8nG7>
- Llagostera, A. y Llagostera, V. (2010). Enterratorios del sitio arqueológico Los Bronces-1, Comuna de Taltal (Región de Antofagasta). *Taltalia*, (3), 7-20. <https://bit.ly/3Ve2Kem>
- Mahirogullari, M., Ozkan, H., yildirim, N., Cilli, F. y Gudemez, E. (2006). Klippel-Feil syndrome and associated congenital abnormalities: evaluation of 23 cases. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 40(3), 234-239.
- MacDonald, D. y Hewlett, B. (1999). Reproductive interest and forager mobility. *Current Anthropology*, 40(4), 501-523. <https://doi.org/10.1086/200047>
- Mann, R. y Hunt, D. (2012). *Photographic Regional Atlas of Bones Disease*. Charles C. Thomas.
- Marlowe, F.W. (2004). Mate preferences among Hadza hunter-gatherers. *Human nature*, 15(4), 365-376. <https://doi.org/10.1007/s12110-004-1014-8>
- Martin, R., Dowling, K., Pearce, D., Sillitoe, J. y Florentine, S. (2014). Health effects associated with inhalation of airborne arsenic arising from mining operations. *Geosciences*, 4(3), 128-175. <https://doi.org/10.3390/geosciences4030128>
- Martin, D. y Harrod, R. (2012). *The Bioarchaeology of Violence*. University of Florida.
- Martínez, G., Andrade, P., Pardo, Z. y Castro, V. (2015). Una primera aproximación al estudio de los rasgos no métricos craneales de la costa arica del norte grande de Chile. *Taltalia*, (7-8), 61-71. <https://bit.ly/44aMWND>
- Martínez-Frías, M. (1998). Análisis del riesgo que para defectos congénitos tienen diferentes grupos étnicos de nuestro país. *Anales Españoles de Pediatría*, 48(4), 395-400. <https://bit.ly/3NgYPLY>
- McKusick, VA. (1994). *Mendelian Inheritance in Man: A Catalog of Human Genetics and Genetic Disorders*. The Johns Hopkins University.
- Meskill, L. (1998). The Irresistible Body and Seduction of Archaeology. En D. Monserrat (Ed.), *Changing Bodies, Changing Meanings: Studies on the Human Body in Antiquity* (pp: 139-161). Routledge.
- Mengozzi, F., Contreras, R., Andrade, P., Power, X., Flores, C., Salazar, D., Bravo, G., Urrea, J., Fernandes, R. y Hamann, C. (2016). Reconstrucción de un contexto funerario disturbado: artefactos y ecofactos del sitio El Gaucho (2325 cal ap), costa arica del norte de Chile. *Taltalia*, (9), 7-25. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3780014>
- Morales, C. (2020) *Bioarqueología del Cementerio Iglesia Colorada. Un caso de estudio de la población del valle de Copiapó dentro del contexto de la expansión Inca*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Académico. <https://bit.ly/44b9nLE>
- Munizaga, J. (1980). Restos óseos humanos de la costa norte de Chile: Análisis de cementerios disturbados de Cobija, II Región, Chile. En B. Bittmann, M. Ahumada y C. Moragas (Eds.),

Proyecto de investigación interdisciplinaria en la costa centro-sur andina (pp: 199-216).
Imprenta Universitaria.

- Murlimanju, B., Prabhu, L., Pai, M., Ganeshkumar, C. y Sarvepalli, A. (2011). Lumbosacral transitional vertebrae: a case report and clinical implications. *International Journal of Morphology*, 29(4), 1123-1125. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022011000400008>
- Murray, J. C., Johnson, J. A. y Bird, T. (1985). Dandy-Walker malformation: etiologic heterogeneity and empiric recurrence risks. *Clinical genetics*, 28(4), 272-283. <https://doi.org/10.1111/j.1399-0004.1985.tb00401.x>
- Nazer J. y Cifuentes L. (2013). Prevalencia de malformaciones congénitas en hijos de madres mayores de 34 años y adolescentes: Hospital Clínico de la Universidad de Chile, 2002-2011. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 78(4), 298-303. <https://doi.org/j7zr>
- Nazer, J., Cifuentes, L., Rodríguez, M. y Rojas, M. (2001). Malformaciones del sistema nervioso central en el Hospital Clínico de la Universidad de Chile y maternidades chilenas participantes en el Estudio Colaborativo Latinoamericano de Malformaciones Congénitas (ECLAMC). *Revista Médica de Chile*, 129(10), 1163-1170. <https://doi.org/bbv3kz>
- Nouri, A., Tetreault, L., Zamorano, J., Mohanty, C. y Fehlings, M. (2015). Prevalence of Klippel-Feil syndrome in a surgical series of patients with cervical spondylotic myelopathy: analysis of the prospective, multicenter. A Spine North America Study. *Global Spine Journal*, 5(4), 294-299. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1546817>
- Ordóñez, M., Nazer, J., Aguila, A. y Cifuentes, L. (2003). *Malformaciones congénitas y patología crónica de la madre.: Estudio ECLAMC 1971-1999*. *Revista Médica de Chile*, 131(4), 404-411. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872003000400008>
- Organización Mundial de la Salud (2015). *Vigilancia de Anomalías Congénitas. Atlas de Algunos Defectos Congénitos*. OMS.
- Oropeza, M. (2013). Dientes supernumerarios. Reporte de un caso clínico. *Revista Odontológica Mexicana*, 17(2), 91-96. [https://doi.org/10.1016/S1870-199X\(13\)72022-6](https://doi.org/10.1016/S1870-199X(13)72022-6)
- Ortlieb, L., Vargas, G. y Saliege, J. (2011). Marine radiocarbon reservoir effect along Northern Chile-Southern Peru coast (14-24°S) throughout the Holocene. *Quaternary Research*, (75), 91-203. <https://doi.org/10.106/j.yqres.201007018>
- Otani, K., Konno, S. y Kikuchi, S. (2001). Lumbosacral transitional vertebra and nerve root symptoms. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British*, 83(8), 1137-1140. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.83B8.11736>
- Owsley, D. W. y Mann, R. W. (1990). An American Indian skeleton with clubfoot from the Cabin burial site (A1184), Hemphill County, Texas. *Plains Anthropologist*, 35(128), 93-101. <https://doi.org/10.1080/2052546.1990.11909560>
- Palacios, C. y Sierpe, V. (2019). Análisis bioarqueológico de un feto anencefálico del sitio arqueológico cueva de los niños (provincia de última esperanza, Región de Magallanes, Chile): A 29 años de su hallazgo. *Magallania*, 47(2), 107-124. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442019000200107>

- Paraskeas, G., Tzika, M. y Kitsoulis, P. (2013). Lumbosacral transitional vertebra associated with sacral spina bifida occulta: a case report. *Acta Médica*, 56(3), 126-129. <https://doi.org/10.14712/18059694.2014.21>
- Pemberton, T. y Rosenberg, N. (2014). Population-genetic influences on genomic estimates of the inbreeding coefficient: A global perspective. *Human Heridity*, 77(1-4), 37-48. <https://doi.org/10.1159/000362878>
- Pimentel, G., Ugarte, M., Gallardo, F., Blanco, J. y Montero, C. (2017). Chug-Chug en el contexto de la movilidad internodal prehispánica en el Desierto de Atacama, Chile. *Chungará (Arica)*, 49(4), 483-510. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562017005000102>
- Pinhasi, R. y Stock, J. (Eds.). (2011). *Human Bioarchaeology of the Transition to Agriculture*. John Wiley & Sons.
- Pinto-Cisternas, J. (2004). Consanguineidad de la población chilena. En F. Rothhammer y E. Llop (Eds), *Poblaciones Chilenas: Cuatro Décadas de Investigaciones Bioantropológicas* (pp.269-297). Universitaria.
- Quevedo, S. (1984). Análisis de los restos óseos humanos del sitio CAM-14. En V. Schiappacasse y H. Niemeyer (Eds), *Descripción y Análisis Interpretativo de un Sitio Arcaico Temprano en la Quebrada de Camarones* (pp.103-128). Museo Nacional de Historia Natural.
- Rahman, M., Sharif, M. y Mohiuddin, A. (2020). Radiographic prevalence of lumbosacral transitional vertebrae. *Bangladesh Journal of Radiology and Imaging*, 28(1), 28-31. <https://bit.ly/3oUL23j>
- Redfern, R. (2016). *Injury and Trauma in Bioarchaeology: Interpreting Violence in Past Lives*. Cambridge University.
- Reyes, A., Thiombane, M., Panico, A., Daniele, L., Lima, A., Di Bonito, M. y De Vivo, B. (2020). Source patterns of potentially toxic elements (PTEs) and mining activity contamination level in soils of Taltal city (northern Chile). *Environmental geochemistry and health*, 42(8), 2573-2594. <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00404-5>
- Reyes, A., Cuevas, J., Fuentes, B., Fernández, E., Arce, W., Guerrero, M. y Letelier, M. (2021). Distribution of potentially toxic elements in soils surrounding abandoned mining waste located in Taltal, Northern Chile. *Journal of Geochemical Exploration*, 220: 106653. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2020.106653>
- Roberts, C. y Manchester, K. (2010). *The Archaeology of Disease*. The History.
- Robinson, A. y Linden, M. (1993). *Clinical Genetic Handbook*. Blackwell Scientific.
- Romero, L., Alonso, H., Campano, P., Fanfani, L., Cidu, R., Dadea, C., Keegan T., Thornton y Farago, M. (2003). Arsenic enrichment in waters and sediments of the Rio Loa (Second Region, Chile). *Applied Geochemistry*, 18(9), 1399-1416. <https://doi.org/cqhg5d>
- Rothhammer, F., Moraga, M., Santoro, C. M. y Arriaza, B. (2010). Origen de los Changos: Análisis de ADNmt antiguo sugiere descendencia de pescadores de la cultura Chinchorro (7.900-4.000 AP). *Revista Médica de Chile*, 138(2), 251-256. <https://doi.org/b7s643>
- Sadler, T. (2016). *Langman, Embriología Médica*. Wolters Kluwer

- Salazar, D., Arenas, C., Andrade, P., Olguín, L., Torres, J., Flores, C., Vargas, G., Rebolledo, S., Borie Cervellino, C. I., Sandoval, C., Silva, C., delgado, A., Lira, N. y Robles, C. (2018). From the use of space to territorialisation during the Early Holocene in Taltal, coastal Atacama Desert, Chile. *Quaternary International*, 473(B), 225-241. <https://doi.org/j77c>
- Salazar, D., Figueroa, V., Andrade, P., Salinas, H., Olguín, L., Power, X., Rebolledo, S., Parra, S., Orellana, H. y Urrea, J. (2015). Cronología y organización económica de las poblaciones arcaicas de la costa de Taltal. *Estudios Atacameños*, (50), 7-46. <https://doi.org/j77d>
- Salazar, D., Power, X., Andrade, P., Flores, C., Rebolledo, S., Torres, J., Easton, G., Monroy Matus, I., Borie, C. y Guendón, J. (2020). Trayectoria histórica y complejidad entre los cazadores-recolectores-pescadores del Holoceno medio en la costa norte de Chile. En L. Sanhueza, A. Troncoso y R. Campbell (Eds), *Iguals pero diferentes: Trayectorias históricas prehispánicas en el Cono Sur* (pp. 49-94). Social.
- Salazar, D., Salinas, H., Guendón, J.L., Jackson, D. y Figueroa, V. (2013). Hunter-gatherer-fisher mining during the archaic period in coastal northern Chile. En K. Vaughn y N. Tripevich (Eds.) *Mining and quarrying in the ancient Andes: sociopolitical, economic and symbolic dimensions* (pp. 137-156). Springer.
- Santana, R. (2014). *Aproximación a los patrones funerarios de no adultos en Patagonia y Tierra del Fuego*. [Memoria de pregrado no publicada]. Universidad de Concepción.
- Sari, S., Gulasti, F., Erdem, A., Akcan, A. y Gursoy, F. (2015). Caudal anesthesia in a neonate with Dandy-Walker Syndrome. *Journal of Syndromes*, 2(1), 1-2. <https://bit.ly/3HpWPgt>
- Schiappacasse, V. y Niemeyer, H. (Eds). (1984). *Descripción y Análisis Interpretativo de un Sitio Arcaico Temprano en la Quebrada de Camarones*. Museo Nacional de Historia Natural.
- Schiotis, R. E., Ramos-Niembro, F., Burgos-Vargas, R. y Collantes-Estévez, E. (2008). Panorama de la clasificación y la susceptibilidad genética de las espondiloartritis. *Reumatología Clínica*, 4(SE4), 8-16. <https://bit.ly/41RFIBS>
- Schrader, S. (2019). *Activity, Diet and Social Practice. Bioarchaeology and Social Theory*. Springer.
- Sekharappa, V., Amritanand, R., Krishnan, V. y Samuel, K. (2014). Lumbosacral transition vertebra: prevalence and its significance. *Asian Spine*, 8(1), 51-58. <https://doi.org/gb945b>
- Seller, M. (1994). Risks in spina bifida. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 36(11), 1021-1025. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1994.tb11799.x>
- Serra-Ortega, A., Torres, A. y Segreo, M. (2005). Atrofia muscular espinal asociada a hipoplasia olivopontocerebelosa. Informe de un caso. *Revista de Neurología*, 40(2), 90-92. <https://doi.org/10.33588/rn.4002.2003325>
- Serrano, L. y Santos, A. L. (2014). Minería en aljustrel (Portugal): salud, enfermedad y actividades en los habitantes del pasado. *Jangwa Pana*, 13(1), 65-81. <https://doi.org/j77f>
- Sikora, M., Seguin-Orlando, A., Sousa, V. C., Albrechtsen, A., Korneliusen, T., Ko, A., Rasmussen, S., Dupanloup, I., Nigst, P. R., Bosch, M. D., Renaud, G., Allentoft, M. E., Margaryan, A., Vasilyev, S. V., Veselovskaya, E. V., Borutskaya, S. B., Deviese, T., Comeskey, D., Higham, T., ... Willerslev, E. (2017). Ancient genomes show social and

- reproductive behavior of early Upper Paleolithic foragers. *Science*, 358(6363), 659–662. <https://doi.org/10.1126/science.aao1807>
- Silva-Pinto, V. (2010). *Evaluación paleo epidemiológica de la espina bífida oculta y su posible relación con el arsénico ambiental en la Quebrada de Camarones (Norte de Chile)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio académico. <https://bit.ly/3NmBXuz>
- Silva-Pinto, V., Arriaza, B. y Standen, V. (2010). Evaluación de la frecuencia de espina bífida oculta y su posible relación con el arsénico ambiental en una muestra prehistórica de la Quebrada de Camarones, norte de Chile. *Revista Médica de Chile*, 138(4), 461-469. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872010000400010>
- Silva-Pinto, V., Valenzuela, D. y Sepúlveda, M. (2013). Paleopatología osteoarticular en Chinchorro. Revisión de un caso y discusión sobre el autocuidado en la prehistoria de Arica, norte de Chile. *Revista Médica de Chile*, 141(5), 637-643. <https://doi.org/j77g>
- Singh, D. C., Khurana, D. y Singh, R. (2013). Inbreeding to consanguineous marriages: is it a beneficial trajectory? *International Journal of Research in Sociology and Social Anthropology*, 1(3), 50-74. <https://bit.ly/40WiN1v>
- Sofaer, J. (2006). *The Body as Material Culture. A Theoretical Osteoarchaeology*. Cambridge University.
- Soto, P. (1975). Restos óseos precerámicos de la costa Canastos 3 – Antofagasta. *Arica*, (2), 49-58.
- Spennato, P., Mirone, G., Nastro, A., Buonocore, M. C., Ruggiero, C., Trischitta, V., Aliberti, F. y Cinalli, G. (2011). Hydrocephalus in Dandy–Walker malformation. *Child's Nervous System*, 27(10), 1665-1681. <https://doi.org/10.1007/s00381-011-1544-4>
- Standen, V., Allison, M. y Arriaza, B. (1984). Patologías óseas de la población Morro-1, asociada al complejo Chinchorro: Norte de Chile. *Chungará (Arica)*, (13), 175-185. <https://bit.ly/44j8kAu>
- Standen, V., Arriaza, B., Santoro, C. y Santos, M. (2014). La práctica funeraria en el sitio Maestranza Chinchorro y el poblamiento costero durante el Arcaico Medio en el extremo norte de Chile. *Latin American Antiquity*, 25(3), 300-321. <https://doi.org/j77h>
- Standen, V. y Núñez, L. (1984). Indicadores antropológico-físico y culturales del cementerio precerámico Tiliviche-2 (norte de Chile). *Chungará (Arica)*, (12), 135-153. <https://bit.ly/427mm6a>
- Standen, V. y Santoro, C. (2004). Patrón funerarios arcaico temprano del sitio Acha-3 y su relación con Chinchorro: cazadores, pescadores y recolectores de la costa norte de Chile. *Latin American Antiquity*, 15(1), 89-109. <https://doi.org/10.2307/4141565>
- Standen, V., Santoro, C., Arriaza, B., Valenzuela, D., Coleman, D. y Monsalve, S. (2018). Prehistoric polydactylism: Biological evidence and rock art representation from the Atacama Desert in northern Chile. *International Journal of Paleopathology*, 22, 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2018.05.005>
- Surovell, T. (2000). Early Paleoindian women, children, mobility, and fertility. *American Antiquity*, 65(3), 493-508. <https://doi.org/10.2307/2694532>

- Swift, J., Cupper, M., Greig, A., Westaway, M., Carter, C., Santoro, C., Wood, R., Jacobsen, G. y Bertuch, F. (2015). Skeletal arsenic of the pre-Columbian population of Caleta Vitor, northern Chile. *Journal of Archaeological Science*, 58, 31-45. <https://doi.org/gf694b>
- Taboada, N., Mollineda, Á., Herrera, M., Algora, A., Noche, G. y Noa, M. (2017). Niveles séricos de zinc y cobre en madres con descendencia afectada por defectos del tubo neural. *Revista Cubana de Pediatría*, 89(3), 299-309. <https://bit.ly/3VkuHMX>
- Tapia, J., Menzies, A., Verdejo, F., Cornejo, D. y Dorador, C. (2015). Distribución en aguas y mineralogía asociada a arsénico en la zona norte de la Región de Atacama. En *Actas del XIV Congreso Geológico Chileno* (Vol. 3, pp.253-255). Sociedad Geológica de Chile.
- Tapia, J., Rodríguez, M., Castillo, P., González, R., Rodríguez, C., Valdés, A., Townley, B. y Fuentes, G. (2019). Arsenic and copper in Chile and the development of environmental standards. En A. Alaniz (Ed.), *Chile: Environmental History, Perspectives and Challenges*, (pp. 241-285). Nova.
- Tapia, J. S., Valdés, J., Orrego, R., Tchernitchin, A., Dorador, C., Bolados, A. y Harrod, C. (2018). Geologic and anthropogenic sources of contamination in settled dust of a historic mining port city in northern Chile: health risk implications. *PeerJ*, 6, e4699. <https://doi.org/10.7717/peerj.4699>
- Tarvainen, T., Reyes, A. y Sapon, S. (2020). Acceptable soil baseline levels in Taltal, Chile, and in Tampere, Finland. *Applied Geochemistry*, 123: 104813. <https://doi.org/j77j>
- Taylor-Martínez, M. A., Villanueva-Castro, E., Muñoz-Romero, I. y De Leo-Vargas, R. (2019). Síndrome de Klippel-Feil tipo 3. *Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC*, 64(3), 221-224. <https://bit.ly/3LHZaGe>
- Thompson J. y Thompson, M. (1985). *Genética Médica*. Científico-Técnica.
- Thornhill, R. y Fincher, C. (2014). *The parasite-stress theory of values and sociality: Infectious disease, history and human values worldwide*. Springer.
- Titelbaum, A. R. (2020). Developmental anomalies and South American paleopathology: A comparison of block vertebrae and co-occurring. y axial anomalies among three skeletal samples from the El Brujo archaeological complex of northern coastal Peru. *International Journal of Paleopathology*, 29, 76-93. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2019.07.001>
- Titelbaum, A. y Uceda, S. (2015). A rare case of os odontoideum from an Early Intermediate period tomb at the Huacas de Moche, Peru. *International Journal of Paleopathology*, 11, 23-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2015.08.001>
- Torres-Rouff, C. (2017). Fragmentos del cuerpo: Una perspectiva bioarqueológica sobre la vida de personas en la región de Antofagasta (cementeros de túmulos). En F. Gallardo, B. Ballester y N. Fuenzalida (Eds.), *Monumentos Funerarios de la Costa del Desierto de Atacama. Los Cazadores-Recolectores Marinos y sus Intercambios (500 a.C. – 700 d.C.)* (pp. 199-208). Sociedad Chilena de Arqueología.
- Turkel, S. (1989). Congenital abnormalities in skeletal populations. En M. Iscan y K. Kennedy (Eds.), *Reconstruction of Life from the Skeleton* (pp. 109-128). Alan Liss.

- Vajsar, J. y Schachter, H. (2006). Walker-Warburg syndrome. *Orphanet journal of rare diseases*, 1: 29. <https://doi.org/10.1186/1750-1172-1-29>
- Vergauwen, S., Parizel, P., van Breusegem, L., van Goethem, J., Nackaerts, Y., van den Hauwe, L. y de Schepper, A. (1997). Distribution and incidence of degenerative spine changes in patients with a lumbo-sacral transitional vertebra. *European Spine Journal*, 6, 168-172. <https://doi.org/10.1007/BF01301431>
- Verhoef, M., Barf, H, Van Asbeck, F., Gooskens, R. y Revo, A. (2004). Secondary impairments in young adults with spina bifida. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46(6), 420-427. <https://doi.org/10.1017/S0012162204000684>
- Walker, R. y Bailey, D. (2014). Marrying kin in small-scale societies. *American Journal of Human Biology*, 26(3), 384-388. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22527>
- Winter, H. (1982). The hazards of cadmium in man and animals. *Journal of Applied Toxicology*, 2(2), 61-67. <https://doi.org/doi:10.1002/jat.2550020203>
- Zuckerman, M. y Armelagos, G. (2011). The origins of biocultural dimensions in bioarchaeology. En S. Argawal y B. Glencross (Eds.), *Social bioarchaeology* (pp.15-43). Wiley-Blackwell.

Para citar este artículo bajo norma APA 7a ed.

Andrade, P., Huerta, C., Araneda, M., Salazar, D., Urrea-Navarrete, J., Martínez, J., Escobar Maldonado, M. y Castro, V. (2023). Patologías congénitas y defectos del desarrollo en poblaciones arqueológicas en la costa desértica de Antofagasta: reflexiones sobre su origen a partir de casos de estudio. *Estudios Atacameños (En línea)*, 69: e5199. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2023-0002>

