



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Sociales
Departamento de Antropología

CARACTERIZACIÓN DE TRAUMAS PERIMORTEM EN UNA MUESTRA DE LA COLECCIÓN CEMENTERIO GENERAL DE SANTIAGO DE CHILE

Memoria para optar al título profesional de Antropólogo Físico

NICOLÁS ALEJANDRO OLIVARES GALLARDO

Profesora Guía: Sandra López-Lázaro

Profesor Tutor: Aryel Pacheco Miranda

Santiago, Chile – 2022

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de esta memoria de título fue posible gracias a la colaboración de varias personas. Agradezco a mis profesores Sandra López-Lázaro y Aryel Pacheco por guiarme con sus conocimientos y experiencia, impulsándome a ser un mejor profesional.

Agradezco a los funcionarios y auxiliares de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile por su constante apoyo y buena disposición, especialmente a la secretaria de la carrera de Antropología Karla Montero, al auxiliar de la Facultad de Ciencias Sociales Paolo Campos y a la conservadora encargada de las colecciones patrimoniales de la Facultad de Ciencias Sociales Nicole Barreaux.

Agradezco a mi familia, Marcia, Alejandro, Sebastián y Blanca por ser un soporte continuo durante la carrera.

Finalmente, van mis agradecimientos al recorrido 224 por permitir mi traslado a la universidad durante todos estos años.

RESUMEN

El análisis de trauma esquelético es un área de experticia de la antropología forense. Su desarrollo se debe principalmente al gran número de investigaciones y análisis experimentales realizados durante las últimas décadas. Sin embargo, también se nutre de casos de estudio que permiten ampliar la experiencia y conocimiento en torno al análisis de traumas. En esta memoria se caracterizan los traumas perimortem en una muestra de la colección osteológica Cementerio General de Santiago de Chile. Para esto se analizan trece individuos contrastando su registro de causa de muerte con las lesiones observadas, logrando identificar once individuos con traumas contundentes y dos individuos con traumas balísticos. Se discuten los resultados agrupando a los individuos de acuerdo a las categorías de trauma contundente, divididos en aquellos probablemente debidos a violencia, caídas o accidentes de tránsito, y luego los balísticos. Se incluyen las limitaciones derivadas de este tipo de investigaciones. De esta forma, el presente trabajo contribuye a la caracterización de una parte de la población santiaguina de mediados del siglo XX. Además, los resultados de esta memoria son importantes en términos de formación e investigación en antropología forense, pues se pueden utilizar como material de referencia, así como casos de estudio que amplíen el conocimiento sobre traumas perimortem.

PALABRAS CLAVE

Trauma Perimortem, Antropología Forense, Cementerio General, Chile.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Biomecánica ósea.....	5
2.2 Distinción entre traumas antemortem, perimortem y postmortem.....	6
2.3 Clasificación de traumas.....	7
2.3.a Clasificación paleopatológica de traumas.....	7
2.3.b Clasificación de traumas perimortem.....	8
III. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	11
3.1 Investigación y análisis de trauma perimortem en el mundo.....	12
3.2 Análisis de trauma perimortem en Chile.....	12
IV. OBJETIVOS.....	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1 Composición de la muestra.....	14
5.2 Metodología.....	16
VI. RESULTADOS.....	17
6.1 Individuo B1630.....	17
6.2 Individuo B0065.....	19
6.3 Individuo B1483.....	21
6.4 Individuo B0985.....	26
6.5 Individuo B1520.....	29
6.6 Individuo B0012.....	32
6.7 Individuo B1721.....	38
6.8 Individuo B2066.....	40
6.9 Individuo B0329.....	45
6.10 Individuo B0896.....	50
6.11 Individuo B0097.....	51
6.12 Individuo B0068.....	55
6.13 Individuo B1190.....	60
VII. DISCUSIÓN.....	65
7.1 Traumas Contundentes.....	66
7.1.a Violencia.....	66
7.1.b Caídas.....	66
7.1.c Accidentes de tránsito.....	68
7.2 Traumas Balísticos.....	72
7.3 Limitaciones.....	73
VIII. CONCLUSIÓN.....	74
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	76

I. INTRODUCCIÓN

Hasta la década del 2000, la antropología forense fue entendida como la aplicación del conocimiento y técnicas de la antropología física a problemas de significación médico legal, involucrando principalmente la identificación de restos humanos parcial o completamente esqueletizados (Ubelaker, 2006). En los últimos años, sin embargo, tal definición ha resultado insuficiente para describir el quehacer de los antropólogos forenses. Actualmente el ejercicio profesional ha cambiado considerablemente, expandiéndose a labores que incluyen la identificación de víctimas de desastres masivos y la estimación de edad en casos de pornografía infantil o inmigrantes ilegales (Isca y Steyn, 2013). Esta apertura se ha visto fortalecida por cuatro avances metodológicos o disciplinarios: desarrollo de métodos cuantitativos, arqueología forense, tafonomía forense y análisis de trauma esquelético (Dirkmaat et al., 2008). Este último forma parte del estándar profesional y es un área de experticia de la antropología forense. El análisis de trauma esquelético puede ayudar a responder importantes preguntas, incluyendo aquellas relacionadas a la identificación personal, situaciones de abuso físico y el esclarecimiento de las circunstancias de la muerte de un individuo (Christensen et al., 2014), para lo cual es necesario identificar, describir e interpretar los denominados traumas perimortem en base a un acabado conocimiento sobre los huesos y la forma en que estos reaccionan a los traumas (Isca y Steyn, 2013).

El objetivo de esta memoria de título fue caracterizar los traumas perimortem en una muestra de 13 individuos de la colección osteológica Cementerio General de Santiago de Chile. En primer lugar, se entrega el marco teórico que incluye la biomecánica ósea, la distinción entre traumas antemortem, perimortem y postmortem, y los tipos de traumas reconocidos en la literatura. En segundo lugar, se muestra el planteamiento del problema, objetivos y marco metodológico de la investigación. Luego se entregan los resultados como casos de estudio, los que son discutidos a continuación. En las conclusiones se resumen las lesiones perimortem observadas, se señala de qué manera la colección Cementerio General confirma su potencial y valor científico como material de referencia docente, para realizar trabajos orientados hacia el área de la antropología forense, específicamente en lo relacionado con el análisis de traumas, y se indican posibles formas de avanzar en el problema de estudio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Biomecánica ósea

El análisis de trauma esquelético pondera factores intrínsecos y extrínsecos a los huesos. Los intrínsecos refieren a las propiedades biomecánicas de los huesos, los cuales están conformados por una matriz orgánica (fibras de colágeno) y una matriz inorgánica (cristales de calcio-hidroxiapatita). La matriz orgánica les entrega elasticidad, flexibilidad y resistencia a fuerzas de tensión, mientras que la matriz inorgánica les otorga rigidez, dureza y resistencia a fuerzas de compresión. Esta combinación de elementos orgánicos

e inorgánicos sirve para entender el comportamiento del hueso ante un estrés extremo que resulte en una fractura, por ejemplo, sabiendo que el hueso es más fuerte o resistente en compresión que en tensión, y por lo tanto falla o se fractura primero en tensión. Los factores extrínsecos, por otro lado, refieren a la naturaleza de la fuerza aplicada, su velocidad y magnitud. Se han identificado varios tipos de fuerzas capaces de generar lesiones óseas, como la tensión, compresión, torsión, flexión y cizallamiento. La velocidad se considera baja cuando puede ser cuantificada en kilómetros por hora, e incluye golpes, accidentes automovilísticos, caídas y accidentes aeronáuticos. La velocidad alta se puede medir en metros por segundo, y es atribuida a traumas balísticos y a explosiones (Symes et al., 2012).

Para entender cómo se produce un trauma esquelético es necesario introducir los conceptos de elasticidad y plasticidad. La elasticidad es la capacidad de un material de volver a su forma original después de una carga, mientras que la plasticidad se define como el punto en que se supera el límite elástico y ocurre una deformación permanente. Un hueso sometido a una carga lenta puede volver a su forma original (respuesta elástica), puede deformarse (respuesta plástica) o puede fracturarse (punto de falla) (Figura 1). Sin embargo, si el hueso es sometido a una carga rápida este no alcanza a deformarse y falla inmediatamente debido a la velocidad de la carga (Berryman y Symes, 1998).

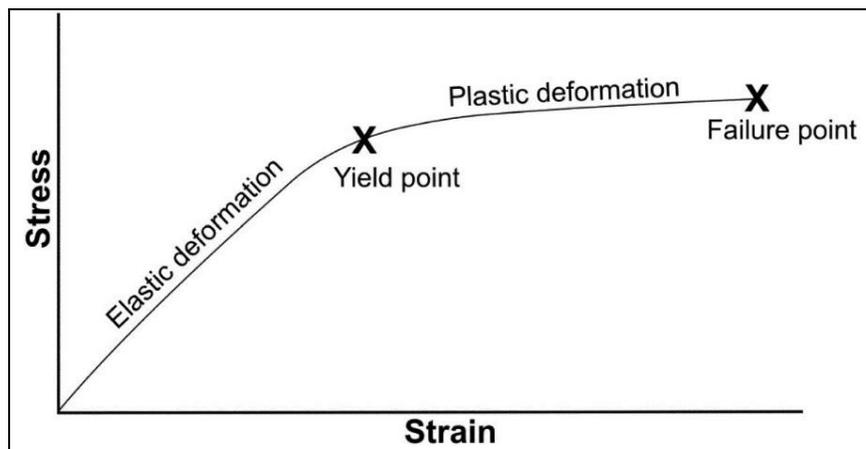


Figura 1. Esquema de deformación (*Strain*) en relación a la carga aplicada (*Stress*) en un hueso, que pasa por una fase elástica (*Elastic deformation*) y una fase plástica (*Plastic deformation*) hasta llegar al punto de falla (*Failure point*) (Iskan y Steyn, 2013).

2.2 Distinción entre traumas antemortem, perimortem y postmortem

En el análisis de trauma, es importante evaluar correctamente si una lesión se produjo previo a la muerte (antemortem), alrededor del momento de la muerte (perimortem) o después de la muerte (postmortem) (Sauer, 1998). Mientras para los patólogos perimortem representa el momento de la muerte de un individuo, desde el punto de vista antropológico forense, perimortem es un período indeterminado de tiempo, cercano al momento de la muerte, en que el hueso todavía está fresco y conserva sus propiedades

viscoelásticas, reaccionando como tal ante una carga externa (Symes et al., 2012). La principal forma de diferenciar entre traumas antemortem y perimortem es que los primeros muestran evidencia de reparación ósea, siendo esta la base para un diagnóstico de trauma antemortem (Cunha y Pinheiro, 2016), en cambio, los traumas perimortem no presentan signos de remodelación ósea. Cuando se produce una fractura se reconoce una respuesta inflamatoria inicial (24 horas), una fase de callo óseo blando (1 a 3 semanas), una fase de callo óseo sólido (1 a 2 meses) y una fase de remodelación que ocurre luego de 3 meses de ocurrida la lesión (Lovell, 1997).

Por otro lado, para distinguir entre traumas perimortem y alteraciones postmortem se debe atender a la biomecánica ósea. Mientras el hueso húmedo o fresco pasa por una fase elástica y una fase plástica antes de fracturarse, el hueso seco actúa como un material frágil y quebradizo debido a la pérdida de los componentes orgánicos que le otorgan elasticidad y flexibilidad (Symes et al., 2012). En un trauma perimortem, el borde de la fractura es liso o neto, generalmente biselado y con una coloración similar al resto del hueso, indicando que la lesión se produjo cuando el hueso todavía tenía sus propiedades viscoelásticas. En cambio, las fracturas postmortem suelen ser irregulares o dentadas, con una coloración más clara que el resto del hueso (Cattaneo y Cappella, 2017).

2.3 Clasificación de traumas

2.3.a Clasificación paleopatológica de traumas

La clasificación de los mecanismos de fractura en paleopatología ha estado estrechamente relacionada a la categorización de traumas en antropología forense. Lovell (1997) divide las lesiones traumáticas en fracturas (quiebre en un hueso) y dislocaciones (desplazamiento de uno o más huesos en una articulación). Luego, clasifica las fracturas ocurridas en huesos largos según el mecanismo que las produce (directo o indirecto) (Figura 2). En los traumas por mecanismo directo la fractura ocurre en el punto de impacto. Las fracturas transversas resultan de la aplicación de fuerza perpendicular al eje longitudinal del hueso, las penetrantes se producen debido a cortes, perforaciones o raspado del hueso cortical, mientras que en las conminutas el hueso se quiebra en más de dos fragmentos. Las fracturas por aplastamiento comúnmente ocurren en el hueso esponjoso producto de la aplicación de una fuerza directa en el hueso que lo hace colapsar. Se reconocen tres tipos de fracturas por aplastamiento: por depresión (hundimiento de un lado del hueso), por compresión (aplastamiento en ambos lados de un hueso) y por presión (trauma en un hueso en desarrollo o crecimiento). En los traumas por mecanismo indirecto la fractura se produce en un lugar distinto al punto de impacto. Las fracturas oblicuas, donde la línea cruza en un ángulo el eje longitudinal del hueso, son indicativas de una fuerza combinada de angulación y rotación. Las fracturas en espiral siguen una línea alrededor de la diáfisis del hueso, debido a una fuerza rotatoria y de estrés en el eje longitudinal. Las fracturas de tallo verde son comunes en niños, resultan de un doblamiento del hueso, y se caracterizan por una fractura que involucra solo el lado

convexo del hueso que ha sido sometido a estrés. En las fracturas por impacto la epífisis de un hueso es empujada hacia la diáfisis producto de una fuerza externa. Las fracturas por avulsión son aquellas en que una cápsula articular, ligamento o tendón es forzado y removido de su inserción arrancando una parte del hueso (Lovell, 1997).

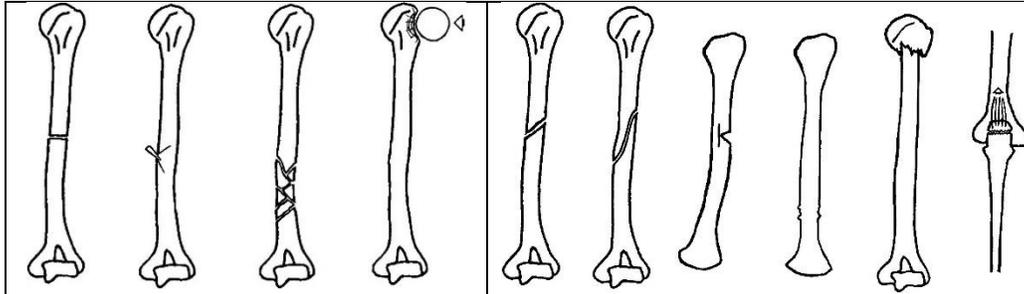


Figura 2. A la izquierda, fracturas por traumas directos (de izquierda a derecha: transversa, penetrante, conminuta y por aplastamiento. A la derecha, fracturas por traumas indirectos (de izquierda a derecha: oblicua, espiral, tallo verde debido a una fuerza angular, tallo verde debido a una compresión, por impacto y avulsión) (Lovell, 1997).

Finalmente, Lovell (1997) señala que las fracturas más comunes en el cráneo ocurren por mecanismo directo, y que estas pueden ser lineales, por hundimiento o penetrantes (Figura 3), las cuales no son necesariamente excluyentes. Tanto las fracturas lineales como por hundimiento se pueden producir por un trauma de baja velocidad (p.e. traumas contundentes). Las fracturas penetrantes, por su parte, resultan por traumas de alta velocidad (p.e. proyectiles balísticos).

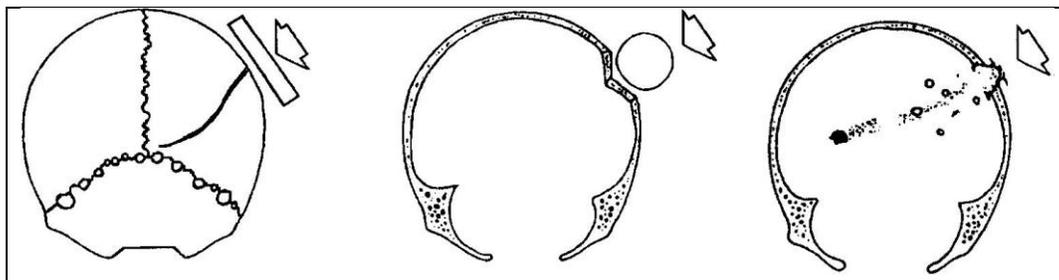


Figura 3. Fracturas comunes en la bóveda craneal. De izquierda a derecha: lineal, por hundimiento y penetrante (Lovell, 1997).

2.3.b Clasificación de traumas perimortem

Según Symes et al., (2012), existen tres categorías principales de trauma perimortem: contundentes (*Blunt Force Trauma*), cortantes (*Sharp Force Trauma*) y balísticos (*Gunshot Trauma*). A estos se puede sumar la destrucción térmica (*Thermal Alteration*), que puede generar ciertos tipos característicos de fracturas. Los traumas contusos o contundentes son causados por la aplicación de una fuerza de baja velocidad o de carga lenta sobre un área relativamente grande de hueso. Puede incluir golpes con objetos, caídas desde alturas y accidentes de tránsito (Christensen et al., 2014). Considerando la biomecánica ósea, cuando se produce un trauma contundente en el cráneo (Figura 4), se generan fuerzas compresivas en la tabla externa que hunden una porción del hueso,

creando fuerzas de tensión en la tabla interna. Si hay suficiente energía, se generan fracturas radiantes o lineales desde el punto de impacto que fallan internamente, y debido a un cambio en la localización de las fuerzas de compresión y tensión por la falla inicial, se producen fracturas concéntricas que fallan externamente en tensión, ya que nuevas fuerzas compresivas aparecen en la tabla interna, distal al punto de falla (Berryman y Symes, 1998). En el caso de traumas contundentes en huesos largos (Figura 5) generalmente se producen fracturas llamadas “mariposa” debido a su forma, ya que, al aplicar una fuerza perpendicular a la diáfisis, se genera compresión en el área de impacto y tensión en el lado opuesto, por lo que se produce una fractura desde el sitio opuesto al impacto, cuya energía se disipa hacia la zona de compresión (Symes et al., 2012).

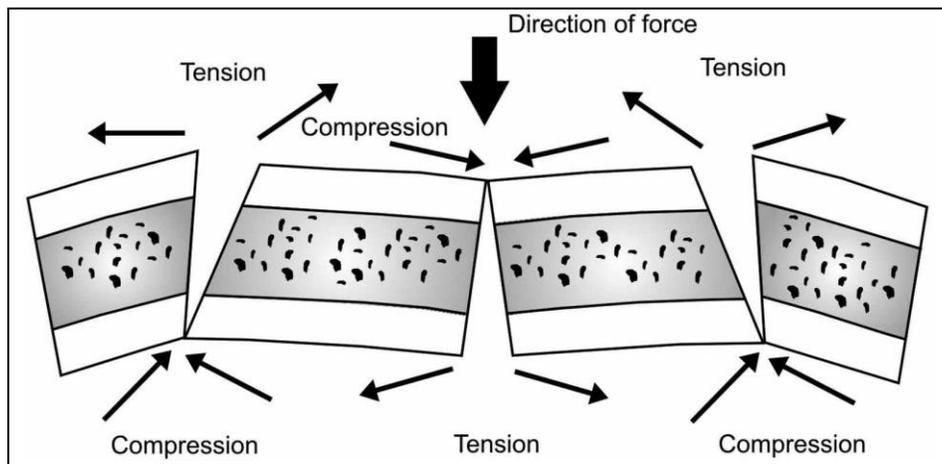


Figura 4. Representación esquemática de la sección transversal de un trauma contundente en el cráneo. Se observan los puntos de falla, tanto en la tabla externa como interna, debido a las fuerzas de compresión y tensión (Iscan y Steyn, 2013).

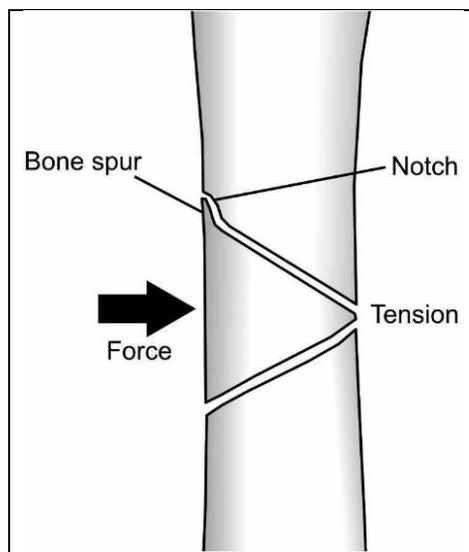


Figura 5. Representación esquemática de una fractura mariposa en un hueso largo producto de un trauma contundente. Se observa el lugar de aplicación de la fuerza (compresión) y el lugar de tensión (Iscan y Steyn, 2013).

Los traumas cortantes son definidos como una fuerza compresiva, de baja velocidad, focalizada estrechamente, producida por un objeto de borde filoso o cortante, que genera en el hueso una incisión o una perforación (Symes et al., 2012). Estos se clasifican en lesiones penetrantes o punzantes, incisivas y por golpes cortantes. Las lesiones punzantes son lesiones penetrantes producto de perforaciones o apuñalamientos, las incisivas son cortes lineales y estrechos más largos que profundos, y las por golpes-cortantes corresponden a lesiones corto-contundentes realizadas por objetos pesados con borde filoso como hachas o machetes (Iscan y Steyn, 2013). Los análisis de traumas cortantes clasifican el instrumento o arma utilizada, en cuchillos, sierras u objetos corto-contundentes. Los cuchillos pueden dejar incisiones lineales con forma de V y pueden generar lesiones punzantes, las sierras producen incisiones en forma cuadrada o de W, mientras que los objetos corto-contundentes dejan incisiones en forma de V más anchas que las de un cuchillo, además de lesiones contundentes asociadas (Reichs, 1998).

Los traumas balísticos se definen como una fuerza de carga rápida o alta velocidad, que genera fracturas primarias (patrón “*plug and spall*”), fracturas secundarias (radiantes) y fracturas terciarias (concéntricas). Esta categoría incluye los distintos tipos de armas balísticas y sus diferentes calibres, así como la metralla o esquirla producida en explosiones. Desde el punto de vista biomecánico, debido a la alta velocidad de la carga aplicada, el hueso no alcanza a pasar por una fase de deformación elástica o plástica, fracturándose inmediatamente. En el cráneo (Figura 6), el patrón característico de fractura llamado “*plug and spall*” genera un bisel interno en la lesión de entrada y un bisel externo en la lesión de salida, puesto que, al ingresar el proyectil, se generan fuerzas compresivas en la tabla externa y fallas de tensión en la tabla interna (fracturas radiantes), lo que produce un bisel interno. Para la lesión de salida se genera una compresión en la tabla interna del cráneo, ocasionando una falla externa en tensión, lo que produce un bisel externo (Symes et al., 2012). En los huesos largos, generalmente se produce fragmentación y mayor destrucción que en el cráneo, sin embargo, cuando esto no ocurre se puede observar el mismo patrón descrito para el cráneo (Martrille y Symes, 2019).

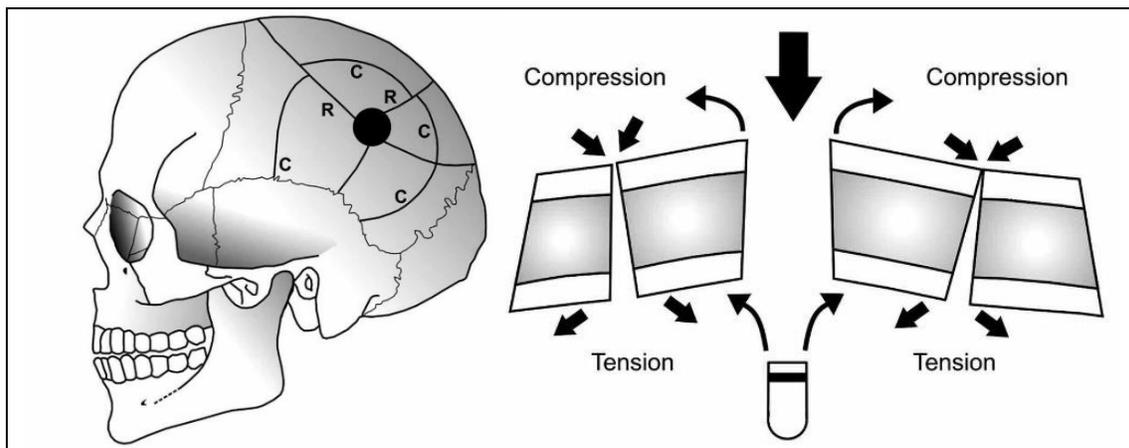


Figura 6. Representación esquemática de un trauma balístico en el cráneo. A la izquierda, el patrón de fracturas primarias, secundarias y terciarias. A la derecha, en la sección transversal, las fuerzas de compresión y tensión actuando tanto en la tabla externa como interna del cráneo (Iscan y Steyn, 2013).

Finalmente, los traumas producidos por alteraciones o destrucción térmica, comprenden incendios, fuego en accidentes de autos o aviones, explosiones, cocción y cremación. Para el análisis de este tipo de trauma se debe considerar el orden en que se quema la ropa y los tejidos de una persona (piel, grasa, músculos, huesos y dientes). También se pone atención a los cambios de color en el hueso dependiendo del tiempo de exposición al fuego, desde beige, pasando a negro (carbonizado), luego a gris con manchas azules, gris, hasta blanco (calcinado) (Symes et al., 2012). Otras dos características importantes a tener en cuenta son la posición pugilística o de boxeador, la cual ocurre cuando la quema produce la contracción de los músculos en los miembros superior e inferior, y la presencia de fracturas transversas curvas (Figura 7), las cuales se producen únicamente por destrucción térmica y cuyos lados convexos se ubican hacia el origen del fuego, mientras que sus lados cóncavos indica la dirección del fuego (Iskan y Steyn, 2013).

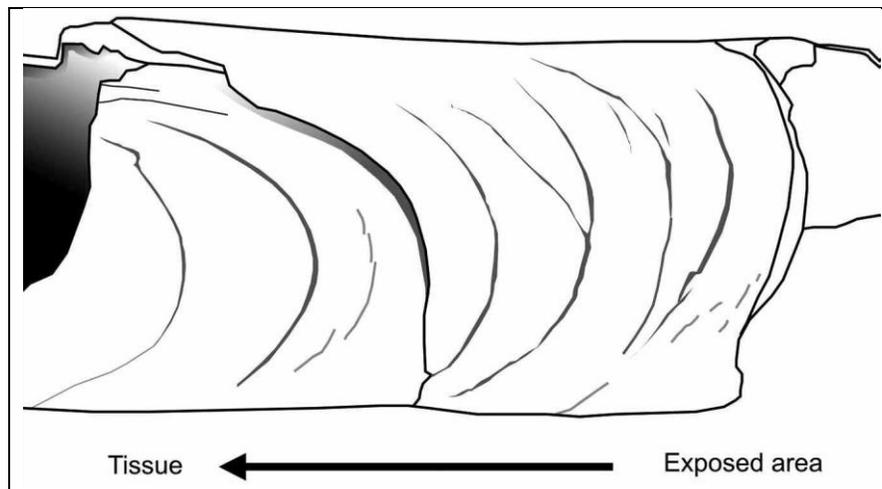


Figura 7. Esquema de fracturas transversas curvas producto del fuego en un hueso largo. El lado convexo de las fracturas indica el origen del fuego (derecha), mientras que el lado cóncavo indica la dirección del fuego (izquierda) (Iskan y Steyn, 2013).

III. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la antropología forense, especialmente en relación al análisis y la comprensión del trauma esquelético perimortem, se ha producido debido al aumento de investigaciones y análisis experimentales realizados en las últimas décadas. Los trabajos experimentales se han orientado a la búsqueda de nuevos patrones de trauma perimortem con el objetivo de mejorar su análisis. Algunos de estos utilizan modelos animales, por ejemplo, con huesos de ciervo (Wheatley, 2008; Berger et al., 2018), oveja (Macoveciuc et al., 2017), jabalí (McCardle y Stojanovski, 2018), cerdo (Oetelaar et al., 2020; Spies et al., 2020; Vachirawongsakorn et al., 2021) o pitón (Pham, 2021). Por otro lado, utilizando huesos humanos, se ha buscado nuevos patrones de trauma contundente (Scheirs et al., 2016; Isa et al., 2018; Rowbotham et al., 2018; Scheirs et al., 2018a; Scheirs et al., 2018b; L'Abbé et al., 2019; Scheirs, 2019; Kissling y Hausmann, 2020; Ribeiro et al., 2020; Campanacho y Garcia, 2021; Rowbotham et al., 2021), trauma cortante (Nogueira et al., 2018), trauma balístico (Martrille y Symes, 2019) y alteraciones

térmicas (Galtés y Scheirs, 2019; Mata et al., 2020; Mata et al., 2021; Franceschetti et al., 2021). Además, se han llevado a cabo estudios que utilizan nuevas tecnologías para el análisis de trauma perimortem. Algunos ejemplos son el uso de modelos 3D (Edwards y Rogers, 2017; Obertová et al., 2019; Carew et al., 2021), modelos de elementos finitos (Mota et al., 2003; Lopes et al., 2018), esferas de poliuretano (Taylor y Kranioti, 2018; Ruchonnet et al., 2019), bloques de gelatina (Carr et al., 2018; Bracq et al., 2019), tomografía computarizada (Marks, 2019; de Bakker et al., 2020; Scheirs et al., 2020) y microtomografía computarizada (Komo y Grassberger, 2018; Norman et al., 2018; Viero et al., 2021).

3.1 Investigación y análisis de trauma perimortem en el mundo

En España, gran parte de los trabajos que se han realizado han estado enfocados en el análisis de víctimas de la Guerra Civil (Etxeberria et al., 2005; Malgosa et al., 2010; González-Garrido et al., 2019; García-Rubio et al., 2020; Muñoz-Encinar, 2020; Sevillano, 2020; Herrasti et al., 2021; Owens, 2021). En Europa, se han llevado a cabo estudios sobre trauma perimortem en Inglaterra (Macoveciuc et al., 2017), Francia (Nogueira et al., 2018), Italia (Cappella et al., 2014; Scianó et al., 2019; Franceschetti et al., 2021), Alemania (Flieger et al., 2016), Suiza (Kissling y Hausmann, 2020), Países Bajos (de Bakker et al., 2021), Portugal (Cunha, 2008; Marinho, 2013; Marinho y Cardoso, 2016), Polonia (Szleszkowski et al., 2020) y Hungría (Dudás et al., 2021). En el resto del mundo, el análisis de trauma perimortem ha sido abordado en países como Estados Unidos (Isa et al., 2018; Sorg, 2019; Ubelaker et al., 2020), Canadá (Edwards y Rogers, 2017), Australia (McCardle y Stojanovski, 2018; Dempsey et al., 2021), Japón (Zhu et al., 2002), India (Mittal y Sharma, 2021), Bangladesh (Jaiyeoba-Ojigho et al., 2021), Sri Lanka (Vadysinghe et al., 2018) y Sudáfrica (Spies et al., 2020; Steyn et al., 2020).

En Latinoamérica, uno de los contextos en que se han analizado traumas perimortem es en casos de víctimas de dictaduras y conflictos armados internos. Por ejemplo, en Perú se analizaron 14 individuos con traumas balísticos en colaboración con el Instituto Médico Legal y el Equipo Peruano de Antropología Forense (Snow et al., 2008). Además, se analizaron los restos de 15 individuos ejecutados extrajudicialmente, de los cuales en 14 se estableció trauma balístico como la causa de muerte (Baraybar et al., 2008). En Colombia, se examinó un individuo con lesiones en el cráneo atribuibles a fragmentos de metralla por la explosión de una granada (Pachón, 2008). En Guatemala se analizaron 9 individuos con evidencias de múltiples traumas cortantes y contusos, asociados al uso de armas corto-contundentes (Chacón et al., 2008). Más recientemente, se han realizado estudios de casos en Argentina (Mansegosa et al., 2020) y Brasil (Salles et al., 2020), asociados a homicidios comunes.

3.2 Análisis de trauma perimortem en Chile

En Chile, el análisis de trauma perimortem se ha realizado en contextos bioarqueológicos y forenses. En el primero, destacan aquellas investigaciones que han abordado la

presencia de traumas perimortem en poblaciones prehispánicas del norte grande de Chile (Costa-Junqueira et al., 1998; Costa-Junqueira et al., 2000; Standen y Arriaza, 2000; Standen et al., 2009; Pacheco, 2010; Standen et al., 2010; Torres-Rouff, 2011; Pacheco y Retamal, 2014; Pacheco y Retamal, 2015; Pacheco et al., 2016; Quiñones y Herrera, 2018; Standen et al., 2020; Standen et al., 2021).

En el contexto forense chileno, el análisis de trauma se ha relacionado principalmente con el trabajo pericial en casos de violaciones a los Derechos Humanos ocurridas en dictadura (1973-1990), llevado a cabo por entidades como el Grupo Chileno de Antropología Forense, la Unidad de Derechos Humanos del Servicio Médico Legal, el Equipo Chileno de Antropología Forense o por investigadores independientes. Los primeros antecedentes en nuestro país del aporte de la antropología a casos forenses y de Derechos Humanos se dan en 1954, cuando el antropólogo Alejandro Lipschutz participó como perito en un caso de homicidio en una comunidad indígena, en 1982 cuando el antropólogo físico Claudio Paredes comenzó a participar en investigaciones de violaciones a los Derechos Humanos (Cáceres, 2004), y en 1985 cuando el arqueólogo José Berenguer junto a otros profesionales investigó "in situ" el hallazgo de restos humanos en la Cuesta Barriga, correspondiente a pequeños fragmentos óseos que no permitieron arrojar resultados concretos (Padilla y Reveco, 2004).

Posteriormente, el Grupo Chileno de Antropología Forense (1989-1994) participó en peritajes nacionales e internacionales, logrando la identificación de 41 personas en Chile que fueron víctimas de violaciones a los Derechos Humanos (Jensen y Cáceres, 1995). Por otra parte, entre 1990 y 2019 el Servicio Médico Legal ha logrado identificar a 306 personas de un total de 1.468 víctimas detenidas desaparecidas o ejecutadas políticas, y ha implementado el Sistema Nacional de Identificación Forense y un Banco de Muestras Sanguíneas. Además, entre 1991 y 2019 el Equipo Argentino de Antropología Forense ha logrado identificar a 9 chilenos que fueron víctimas de la dictadura argentina (SML, 2019). Finalmente, algunos investigadores han realizado trabajos de manera independiente como Navarro (2015), quien analizó traumas perimortem en siete casos de detenidos desaparecidos y uno de homicidio común, o el artículo de Ravanal y Macchiavello (2020) que cuestiona los informes de autopsia de cinco personas que fueron halladas calcinadas producto de un incendio durante el estallido social en octubre de 2019, planteando la necesidad de investigaciones adicionales.

En este sentido la colección osteológica Cementerio General tiene un gran potencial y valor científico para realizar trabajos orientados hacia el área de la antropología forense (Lemp et al., 2008), por ejemplo, el análisis de traumas. Por lo tanto, considerando que a la fecha no existe ningún estudio sobre traumas presentes en esta colección, el propósito de esta memoria de título es caracterizar los traumas perimortem en una muestra de 13 individuos de la colección osteológica Cementerio General. De esta forma, el presente trabajo contribuye a la caracterización de una parte de la población santiaguina de mediados del siglo XX, a través de un aspecto que no ha sido abordado para esta colección, como son los traumas perimortem. Además, los resultados de esta memoria

son importantes en términos de formación e investigación en antropología forense, puesto que se pueden utilizar como material de referencia, así como casos de estudio que amplíen el conocimiento sobre traumas perimortem.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar los traumas perimortem en una muestra de 13 individuos de la colección osteológica Cementerio General de Santiago de Chile.

Objetivos Específicos

1. Identificar y describir la ubicación, número y secuencia de impactos, propagación y dimensión de los traumas perimortem, registrándolos mediante fotografías y esquemas gráficos.
2. Clasificar los traumas perimortem encontrados en la muestra seleccionada dentro de las categorías de trauma contundente, cortante o balístico.
3. Contrastar los datos respecto del registro de causas de muerte disponible con la evidencia de traumas perimortem obtenida para cada individuo.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Composición de la muestra

La colección osteológica Cementerio General o Subactual de Santiago está depositada en el Área Patrimonial del Departamento de Antropología de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile. Dicha colección fue obtenida mediante distintos proyectos de investigación durante la década de 1970, en coordinación con académicos de la Universidad de Chile. La colección está compuesta por 1.630 individuos chilenos que fallecieron entre los años 1950 y 1974 cuyos restos fueron entregados a la Universidad de Chile por el Cementerio General, procedentes de tumbas transitorias debido a que no hubo familiares que reclamaran los restos que estaban destinados a su destrucción. La colección Cementerio General cuenta, en gran parte, con información antemortem sobre sexo, edad, proveniencia dentro del cementerio, nombre, fecha de nacimiento, fecha de fallecimiento y causa de muerte (Lemp et al., 2008).

Considerando el origen de los restos humanos donados por el Cementerio General y la contextualización histórica que se ha realizado sobre ellos (Abarca, 2011), se sabe que la mayoría de estos individuos habrían habitado comunas periféricas de la ciudad de Santiago a mediados del siglo veinte, por lo que se espera que perteneciesen a estratos socioeconómicos bajos y que hayan tenido condiciones de vida precarias respecto a salud, alimentación y educación.

Para configurar la muestra se revisaron macroscópicamente los restos esqueléticos de la colección buscando posibles traumas perimortem y distinguirlos de aquellos antemortem o de alteraciones postmortem, para lo cual se utilizaron los criterios propuestos por Kranioti (2015) y Cattaneo y Cappella (2017) (Tabla 1), con lo cual se seleccionaron 39 individuos.

Tabla 1. Características para distinguir entre traumas antemortem, perimortem y postmortem.

NA: No Aplica.

Característica	Antemortem	Perimortem	Postmortem
Reparación ósea	Presente	Ausente	Ausente
Borde de la fractura	NA	Liso, neto	Irregular, dentado
Coloración del borde de la fractura	NA	Homogénea con el resto del hueso	Más clara que el resto del hueso
Delaminación o bisel	NA	Presente	Ausente

De dichos 39 individuos se seleccionó una submuestra de 13 con estimación de sexo y edad conocida (Lemp et al., 2008), que presentaban lesiones perimortem más evidentes de acuerdo a la tabla anterior. Para el individuo B2066 se estimó edad ponderando la formación y erupción dental (Ubelaker, 1979; Smith, 1991) y el grado de fusión de los centros de osificación primarios (Schaefer et al., 2009). Para cada individuo se buscó en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile el registro de causas de muerte, la cual se obtuvo para ocho individuos (Tabla 2).

Tabla 2. Composición de la muestra de estudio (N=13). N° inventario manejado en los depósitos de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile. Patio y Sepultura refieren a la ubicación en el cementerio; S/R= Sin referencia. Edad: marcados con * son rangos estimados pues no existe registro. Las causas de muerte en la tabla son transcripciones del archivo.

N° inventario	Patio	Sepultura	Sexo	Edad (años)	Causa de muerte
B1630	6	364	Masculino	24	Traumatismo cráneo-encefálico.
B0065	36	334	Masculino	22	Traumatismo cérvico-medular y cráneo-encefálico.
B1483	134	70	Masculino	24	Traumatismos cráneo-encefálico, facial y torácico.
B0985	36	10	Masculino	19	Traumatismo cráneo-encefálico y toraco-abdominal.
B1520	36	136	Masculino	41	Traumatismo pelviano y muslo derecho.
B0012	6	723	Masculino	29	Múltiples traumatismos esqueléticos y viscerales y anemia aguda.
B0068	36	6/0048	Masculino	22	Herida de bala cráneo-encefálica.
B0329	36	1106	Masculino	42	Estado infeccioso.
B0097	31	104	Indeterminado	16-20*	Sin registro.
B0896	28	2914	Masculino	40-55*	Sin registro.
B1190	25	1182	Masculino	Mayor de 45*	Sin registro.
B1721	25	1826	Masculino	35-55*	Sin registro.
B2066	S/R	S/R	Indeterminado	6	Sin registro.

5.2 Metodología

Los traumas fueron analizados macroscópicamente y fotografiados, utilizando pie de metro para medir las lesiones en caso de corresponder. En los individuos cuyo cráneo se encuentra fragmentado se realizaron reconstrucciones para facilitar el análisis y registro fotográfico, utilizando cinta adhesiva Micropore Nexcare 3M. El registro fotográfico se realizó con escalas métricas, utilizando una cámara Canon SX30 Is para las fotografías generales y una cámara Canon EOS Rebel T5 con lente macro EFS 60 mm para las fotografías de detalle. Se usaron focos marca Linco con difusores y un trípode marca K&F Concept modelo KF-TM2324. Para cada uno de los 13 individuos se calculó la completitud según la metodología de Pacheco (2011), considerando el porcentaje de existencia con el fin de cuantificar el material disponible para analizar y se incluyeron esquemas gráficos. Además, se estableció su estado de preservación general según la escala de erosión propuesta por (McKinley, 2004) (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de erosión para huesos humanos.

Grado	Descripción
0	La superficie del hueso se ve claramente, sin ninguna modificación.
1	Leve erosión de la superficie del hueso. Incluye marcas leves por raíces.
2	Erosión extensa de la superficie del hueso, mayor que en el grado 1. Marcas por raíces más profundas que en el grado 1.
3	Erosión o marcas por raíces afecta a la mayoría de la superficie del hueso. Se mantiene la morfología general del hueso, pero algunas características se pueden ver alteradas por la erosión.
4	Erosión afecta la superficie completa del hueso, pero puede no ser uniforme.
5	Erosión considerable de la superficie completa del hueso con algunas alteraciones del hueso cortical.
5+	Grado 5 pero con erosión y alteración del hueso cortical más extensas.

La descripción de los traumas perimortem de los individuos analizados, se realizó considerando las categorías propuestas por Lovell (1997) y Symes et al. (2012). Lovell (1997), identifica traumas por mecanismo directo (fracturas transversas, penetrantes, conminutas, por aplastamiento) o por mecanismo indirecto (fracturas oblicuas, espirales, de tallo verde, por impacto y por avulsión), y en el caso del cráneo, las fracturas pueden ser lineales, por hundimiento o penetrantes. Los traumas son clasificados como contundentes, cortantes o balísticos por Symes et al. (2012). Para los traumas contundentes se analizó la ubicación, número y secuencia de impactos, propagación, dimensión de la/s fractura/s y clase general de elemento utilizado en caso de aplicar. Para los traumas cortantes se consideró la ubicación, número y secuencia de lesiones, dimensión, tipo de lesión (punzante, incisa o corto-contundente) y tipo de elemento utilizado (cuchillo, sierra o corto-contundente). En el caso de los traumas balísticos se examinó la ubicación, número y secuencia de impactos, propagación, dimensión de la/s fractura/s y dirección de la trayectoria del proyectil (Symes et al., 2012). Se realizaron esquemas gráficos de las lesiones observadas en caso de corresponder. Finalmente, se revisó el archivo con el registro de causas de muerte de cada individuo buscando la concordancia o no de términos que refirieran a lesiones traumáticas (“*traumatismo, lesión de bala*”) con la evidencia de traumas perimortem obtenida en los análisis.

VI. RESULTADOS

A continuación, los resultados se abordan como casos de estudio, describiendo los traumas perimortem en los 13 individuos analizados.

6.1 Individuo B1630

Individuo de sexo masculino, 24 años, el esqueleto se encuentra semicompleto con un 69% de existencia (Figura 8) y el estado de preservación se valora con grado 1 en la escala de erosión.

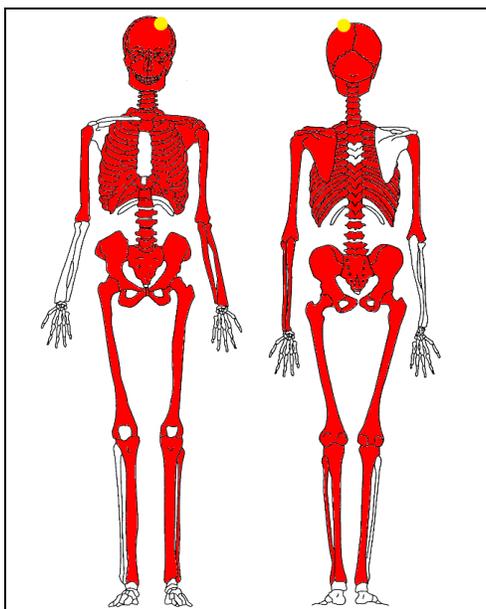


Figura 8. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y hay manchas irregulares de color verde claro, tanto en la superficie externa del frontal como en el lado derecho del cráneo, probablemente por contacto con algún metal durante el intervalo postmortem. En el cráneo, se observa una fractura por hundimiento en el aspecto anterior izquierdo, que involucra el frontal y el borde anterior del parietal izquierdo. Tanto la tabla externa, como el diploe y la tabla interna están desplazados hacia el endocráneo, lo que generó delaminación y desprendimiento de fragmentos de la tabla interna. El trauma tiene dimensiones 62 mm de largo por 23 mm de ancho en la tabla externa del cráneo, y 47 mm de largo por 32 mm de ancho en la tabla interna, siendo más ancha la parte anterior de la fractura. El trauma tiene forma alargada y se aprecian dos fracturas concéntricas en la tabla externa que circundan a la fractura por depresión, una a cada lado (Figura 9).

Además, se observa propagación de la energía del trauma hacia la base del cráneo y el endocráneo, a través de la sutura sagital, ambas suturas lambdoideas y ambas suturas occipito-mastoides, llegando a la porción petrosa en ambos temporales. En la porción

petrosa derecha, se observa propagación de una línea de fractura hacia el aspecto anterior, llegando al agujero espinoso. Desde allí, la fractura se propaga hacia el ala mayor derecha del esfenoides. Además, se observa la apertura de las suturas entre las alas menores del esfenoides y el frontal. En la porción petrosa izquierda, se observa propagación de líneas de fractura hacia el meato acústico externo, el área petro-timpánica y el agujero espinoso. Desde allí, la fractura se propaga hacia el esfenoides, cruzando la silla turca y disipándose en la sutura esfenoetmoidal en la órbita derecha. Por otra parte, en la sutura lambdaidea izquierda se generó una fractura que se extiende por el occipital hacia la base del cráneo, cruzando el cóndilo occipital izquierdo y llegando a la porción basilar del occipital (Figura 10).



Figura 9. Fractura por hundimiento en el aspecto anterior del cráneo.

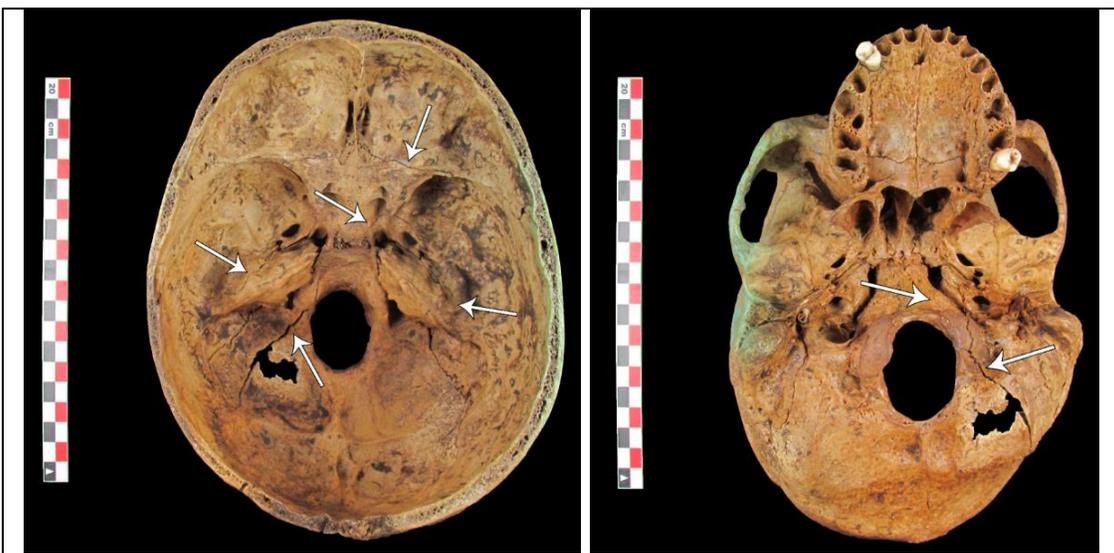


Figura 10. Propagación de fracturas en la base del cráneo.

La lesión observada en el cráneo de este individuo se puede clasificar como trauma contundente cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto anterosuperior. Su causa de muerte según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile es “*Traumatismo cráneo-encefálico*”. El trauma perimortem observado permite proponer que el mecanismo físico de la lesión identificado en el presente estudio es consistente con la causa de muerte registrada

6.2 Individuo B0065

Individuo de sexo masculino, 22 años, su esqueleto se encuentra semicompleto con un 72% de existencia (Figura 11) y el estado de preservación se valora con grado 2 en la escala de erosión.

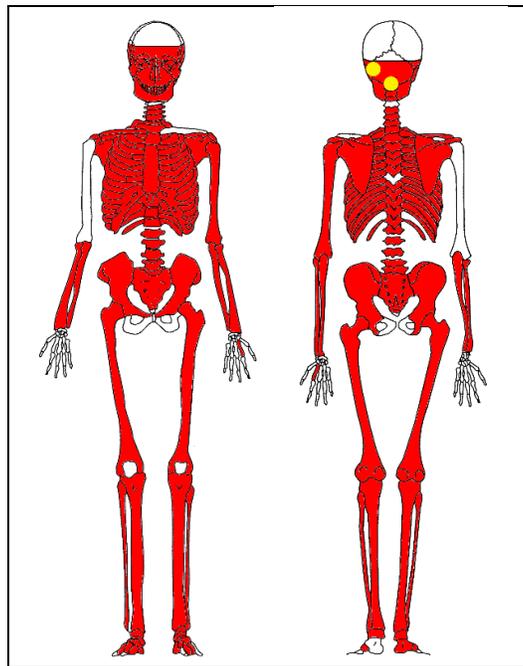


Figura 11. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y la calota está ausente. En el cráneo hay una fractura incompleta del anillo de la base del cráneo con bisel externo y avulsión de los cóndilos occipitales. Además, hay fracturas diastáticas de la sutura lambdoidea izquierda, que se interrumpe hacia el aspecto superior por la craneotomía (Figura 12); la sutura occipitomastoide izquierda; ambas suturas cigomático-temporales y hay separación de ambos procesos pterigoides de los huesos maxilares.

En el atlas, se observan fracturas por compresión en el aspecto anterior del arco y en la zona posterior derecha. El punto de compresión de ambas fracturas está en el aspecto superior, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto inferior del atlas (Figura 13).

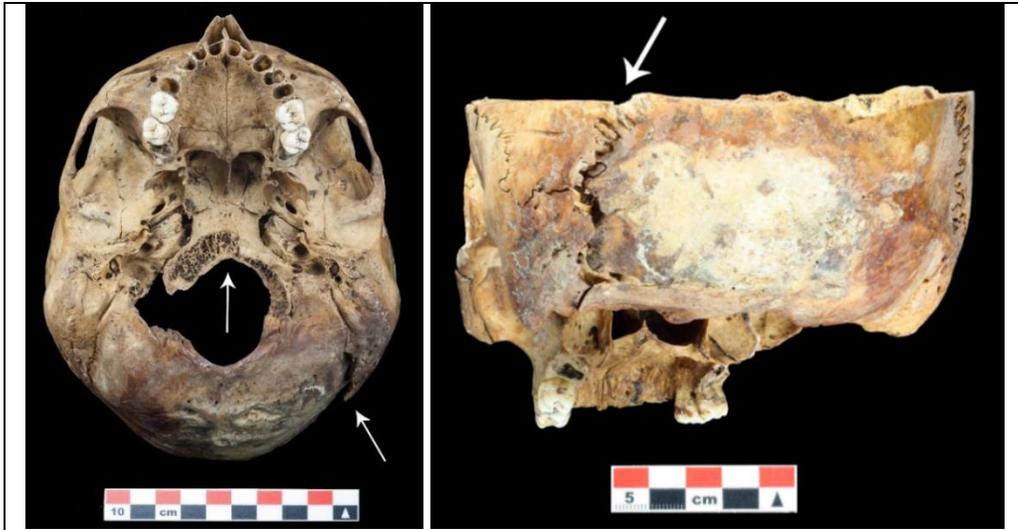


Figura 12. A la izquierda, fractura incompleta del anillo de la base del cráneo. A la derecha, fractura diastática de la sutura lambdaidea izquierda.



Figura 13. Fracturas en el atlas.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar dentro de traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto posterior. Su causa de muerte según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile es "*Traumatismo cérvico-medular y craneo-encefálico*". Los traumas perimortem observados en el atlas y cráneo del individuo permiten proponer que el mecanismo físico de las lesiones identificado en el presente estudio es consistente con la causa de muerte registrada que indica "*Traumatismo cervical y craneano*". Los análisis efectuados no pueden relacionar las evidencias esqueléticas observadas con la información respecto de los traumas medular y encefálico consignados en el registro.

6.3 Individuo B1483

Individuo de sexo masculino, 24 años, el esqueleto se encuentra casi completo con un 76% de existencia (Figura 14) y el estado de preservación se valora con grado 2 en la escala de erosión.

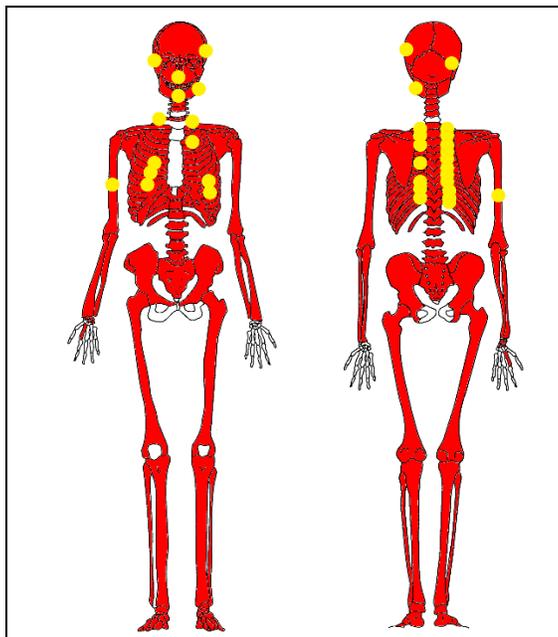


Figura 14. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y el cráneo se encuentra multifragmentado e incompleto por lo que fue reconstruido para su análisis. Hay pérdida de material óseo en la escama del temporal izquierdo, el esfenoides, el etmoides, parte del paladar y parte de la zona ptérica derecha. En el cráneo se observa una fractura lineal con deformación plástica en el aspecto posterolateral derecho que incluye el parietal, el proceso mastoide y la porción petrosa, generando fracturas diastáticas de las suturas lambdoidea, occipitomastoide y parietomastoide derechas (Figura 15). También, se observa una fractura en el occipital que se extiende desde la zona inferior de la protuberancia occipital externa hacia el aspecto posterior del foramen magno, y otra línea de fractura en el aspecto anterior del foramen magno que se propaga hacia la sutura esfenobasilar. Además, hay fracturas diastáticas en las suturas occipito-mastoide y parieto-mastoide izquierdas (Figura 16).

Por otra parte, se aprecian fracturas en el lado izquierdo del cráneo, incluyendo una fractura que se propaga desde el parietal hasta la fisura petro-timpánica, dividiendo la porción petrosa izquierda; fracturas en la escama temporal y la zona ptérica izquierda; y fracturas en la parte izquierda del frontal, incluyendo el techo de la órbita. También, se observa la fragmentación general del esplacnocráneo, debido a la ausencia del esfenoides y debido a fracturas diastáticas en ambas suturas cigomático-temporales, ambas suturas fronto-cigomáticas, las suturas de ambas zonas ptéricas y la sutura

intermaxilar. Además, hay fracturas en ambos maxilares, en el techo de ambas órbitas y en los nasales (Figura 17).

En la mandíbula, se observan fracturas transversas en ambos ángulos mandibulares, con ausencia de la rama derecha. Además, hay una fractura mariposa en la sínfisis mandibular, con punto de compresión en el aspecto inferior y punto de tensión y falla inicial en el aspecto superior (Figura 18).



Figura 15. Fractura lineal en el aspecto posterior del cráneo y fractura diastática de las suturas occipitomastoide y esfenofrontal derechas.



Figura 16. Fracturas diastáticas de ambas suturas occipitomastoides, fractura en la escama occipital y en la porción basilar.

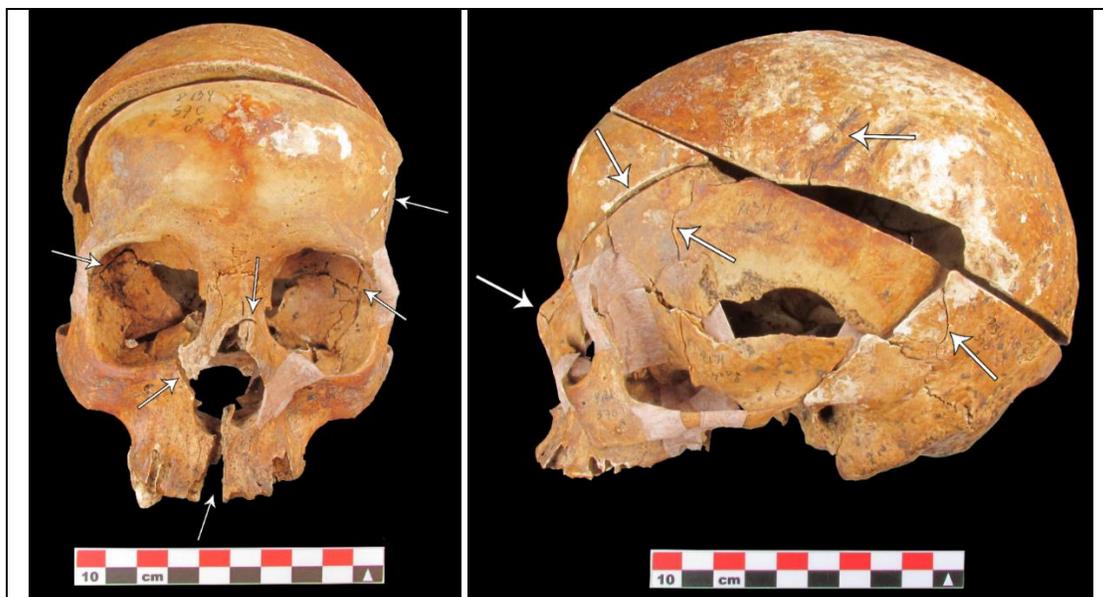


Figura 17. Fracturas en el esplacnocráneo y en la parte izquierda del cráneo.



Figura 18. Fracturas en la sínfisis y ángulos mandibulares.

En las costillas derechas, se observan fracturas transversas en la diáfisis de la primera y segunda costilla. En la tercera costilla hay una fractura mariposa en la diáfisis, con punto de compresión en el aspecto posterior y punto de tensión en el aspecto anterior. En la cuarta, quinta y sexta costilla, hay fracturas mariposa en la diáfisis, cercano al tubérculo, con punto de compresión en el aspecto posterior y punto de tensión en el aspecto anterior, además, hay fracturas mariposa hacia la parte esternal de la diáfisis, con punto de compresión en el aspecto anterior y punto de tensión en el aspecto posterior. Desde la séptima a la decimoprimer costilla hay fracturas mariposa en la diáfisis, con punto de compresión en el aspecto posterior y punto de tensión en el aspecto anterior (Figura 19).

En las costillas izquierdas, se observa una fractura transversa en el tubérculo de la primera costilla. En la segunda costilla hay una fractura mariposa en el tubérculo, con punto de compresión en el aspecto posterior y punto de tensión en el aspecto anterior,

además, hay una fractura transversa en la diáfisis. En la tercera costilla hay una fractura transversa en el tubérculo. En la quinta costilla hay una pequeña fractura en el aspecto craneal de la cabeza. En la sexta costilla hay una fractura mariposa en la diáfisis, con punto de compresión en el aspecto anterior y punto de tensión en el aspecto posterior. En la séptima costilla hay una fractura mariposa en la diáfisis, cercano al tubérculo, con punto de compresión en el aspecto posterior y punto de tensión en el aspecto anterior, además, hay una fractura hacia la parte esternal de la diáfisis con punto de compresión en el aspecto anterior y punto de tensión en el aspecto posterior. En la octava y novena costilla, hay fracturas mariposa en la diáfisis, cercano al tubérculo, con punto de compresión en el aspecto posterior y punto de tensión en el aspecto anterior (Figura 19).

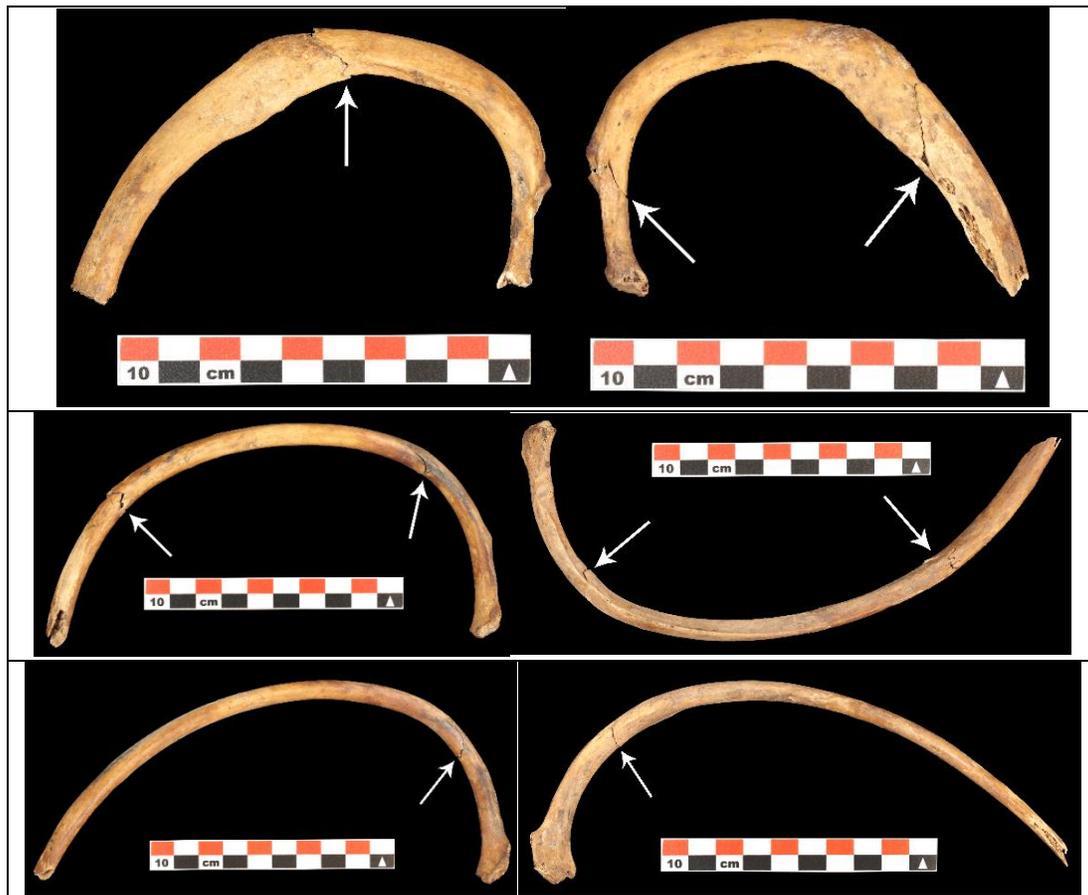


Figura 19. Arriba a la izquierda, fractura en la 2ª costilla derecha. Al medio a la izquierda, fracturas en la 5ª costilla derecha. Abajo a la izquierda, fractura en la 7ª costilla derecha. Arriba a la derecha, fracturas en la 2ª costilla izquierda. Al medio a la derecha, fracturas en la 7ª costilla izquierda. Abajo a la derecha, fractura en la 9ª costilla izquierda.

En el húmero derecho, hay una fractura mariposa en el tercio medio de la diáfisis que divide al húmero en dos partes. El punto de compresión está en el aspecto anterior produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto posterior del húmero (Figura 20).

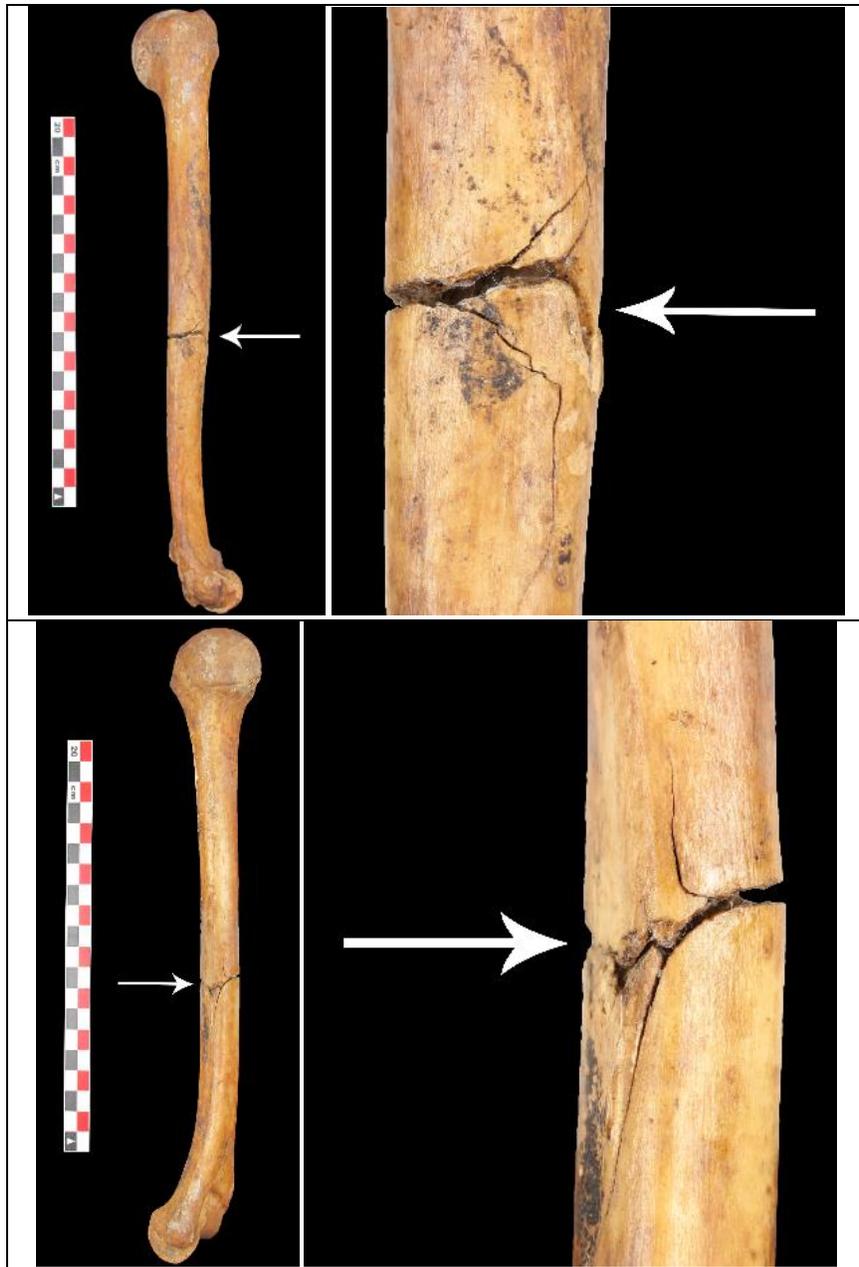


Figura 20. Fractura mariposa en el húmero derecho. Las flechas indican el lugar de compresión.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar dentro de traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto posterior y anterior. Su causa de muerte según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile es "*Traumatismos craneo-encefálico, facial y torácico*". Los múltiples traumas perimortem observados en el individuo permiten proponer que el mecanismo físico de las lesiones identificado en el presente estudio es consistente con la causa de muerte registrada que indica "*Traumatismos craneano, facial y torácico*". Los análisis efectuados no pueden relacionar las evidencias esqueléticas observadas con la información respecto del trauma encefálico consignado en el registro.

6.4 Individuo B0985

Individuo de sexo masculino, 19 años, el esqueleto se encuentra semicompleto con un 58% de existencia del esqueleto (Figura 21) y el estado de preservación se valora con grado 3 en la escala de erosión.

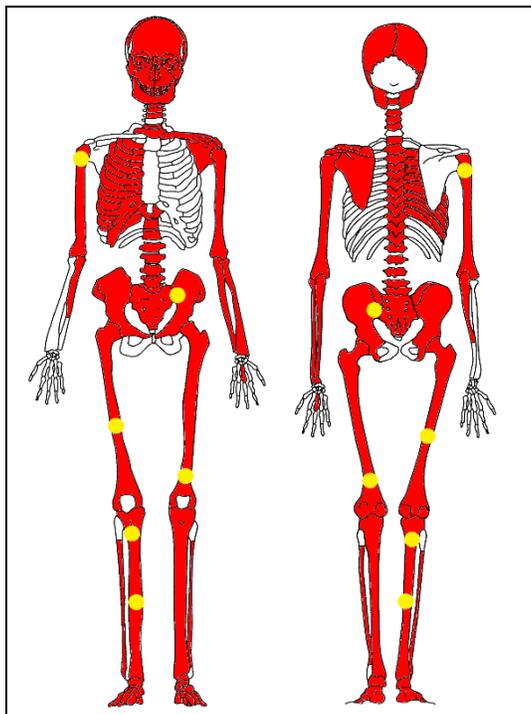


Figura 21. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y el cráneo se encuentra multifragmentado, incompleto y altamente erosionado, por lo que no pudo ser reconstruido ni analizado. En el coxal izquierdo, se observa una fractura con deformación plástica que cruza longitudinalmente la superficie auricular del ilion, llegando a la escotadura ciática mayor por el aspecto anterior y a la zona inferior del ala del ilion por el aspecto posterior (Figura 22).

En el húmero derecho, hay una fractura en el cuello quirúrgico que cruza de forma transversal el aspecto anterolateral, y luego se propaga en forma de V por el aspecto posteromedial, dividiendo la porción proximal del húmero. Se debe destacar que el húmero está altamente erosionado (Figura 23).

En el fémur derecho, se observa una fractura mariposa en el tercio medio de la diáfisis con pérdida de material óseo en el aspecto lateral, dividiendo al fémur en dos partes. El punto de compresión está en el aspecto lateral, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto medial del fémur (Figura 24). En el fémur izquierdo, hay una fractura en el tercio distal de la diáfisis con pérdida de material óseo en el aspecto posterior, dividiendo al fémur en dos partes (Figura 25).

En la tibia derecha, se observan fracturas en el tercio medio de la diáfisis y en la metáfisis proximal, dividiendo la tibia en tres partes, con pérdida de material óseo en el aspecto posterior. La fractura de la diáfisis cruza la tibia de forma oblicua. La fractura de la metáfisis proximal sigue la línea de la placa epifisaria (Figura 26).

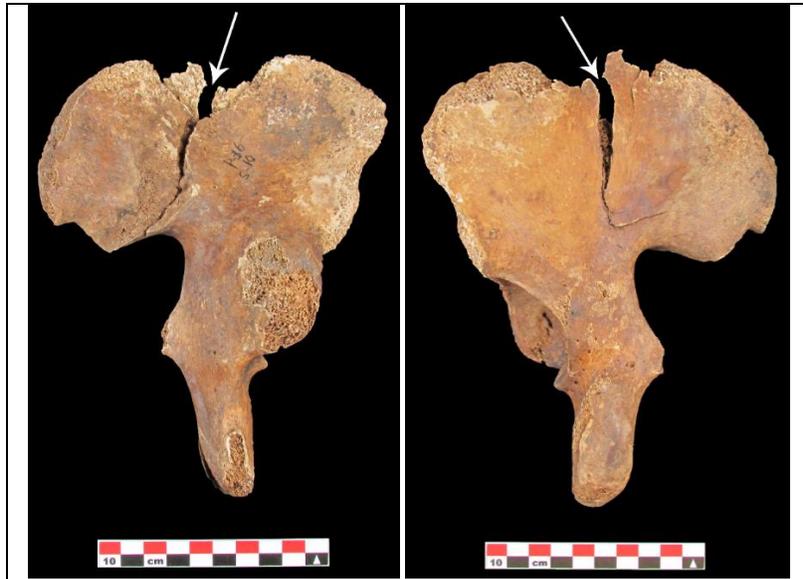


Figura 22. Fractura con deformación plástica en el coxal izquierdo.



Figura 23. Fractura en el húmero derecho.

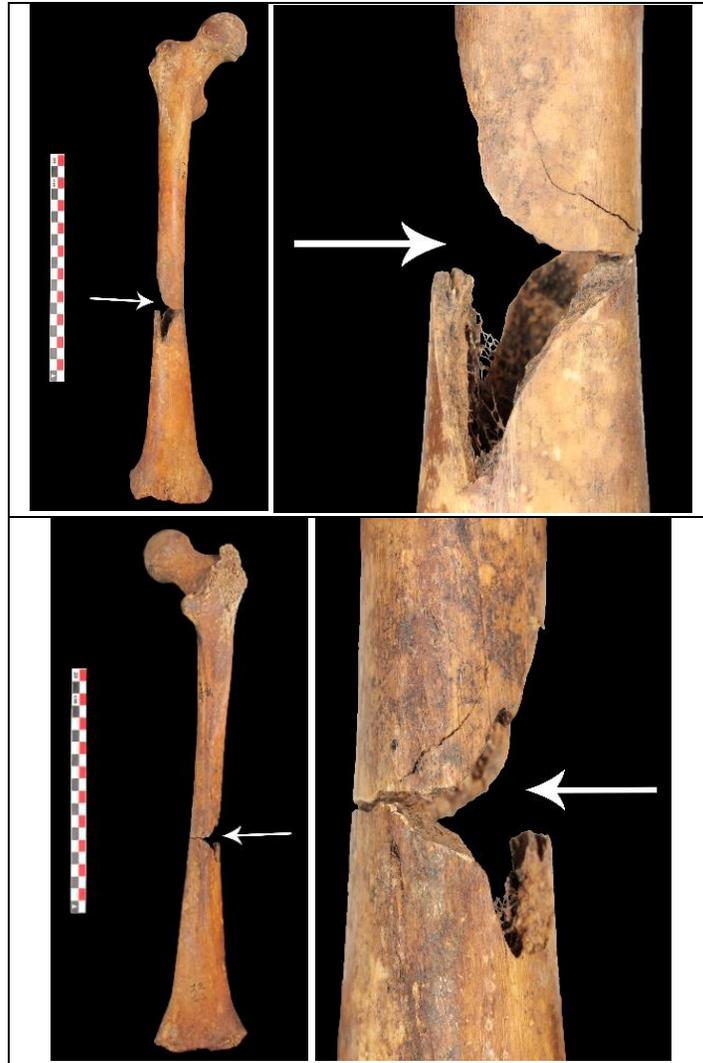


Figura 24. Fractura mariposa en el fémur derecho. Las flechas indican el lugar de compresión.

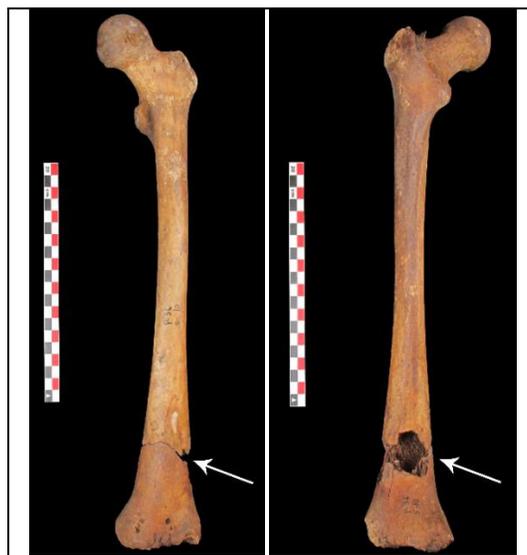


Figura 25. Fractura en el fémur izquierdo.

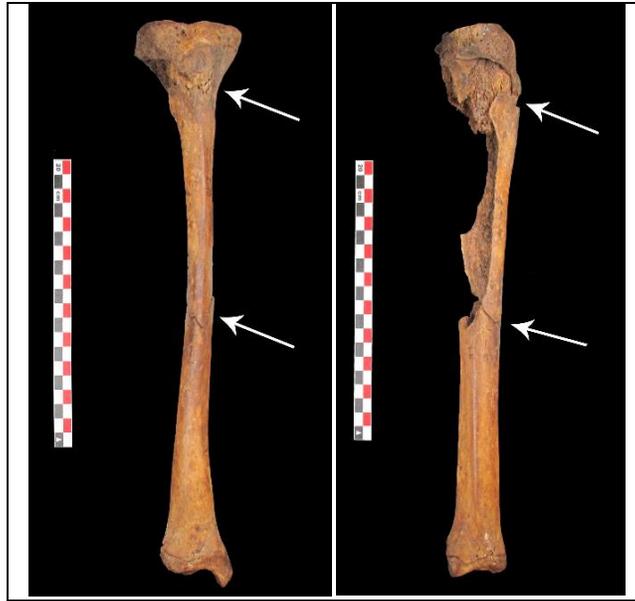


Figura 26. Fracturas en la tibia derecha.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar dentro de traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto lateral derecho. Su causa de muerte según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile es "*Traumatismo craneo-encefálico y toraco-abdominal*". Los traumas perimortem observados en el coxal, húmero, fémures y tibia del individuo permiten proponer que el mecanismo físico de las lesiones identificado en el presente estudio es parcialmente consistente con la causa de muerte registrada que indica "*Traumatismo craneano y torácico*". No se pudo analizar el cráneo debido a la fragmentación y erosión, y los análisis efectuados no pueden relacionar las evidencias esqueléticas observadas con la información respecto de los traumas encefálico y abdominal.

6.5 Individuo B1520

Individuo de sexo masculino, 41 años, el esqueleto se encuentra semicompleto con un 74% de existencia (Figura 27) y el estado de preservación se valora con grado 1 en la escala de erosión.

Presenta craneotomía y costotomía. En el fémur derecho se observa una fractura mariposa en el tercio medio de la diáfisis, con pérdida de material óseo en el aspecto posteromedial, dividiendo el fémur en dos partes. El punto de compresión está en el aspecto posteromedial, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto anterolateral (Figuras 28 y 29). Además, se observa una fractura mariposa en el tercio proximal de la fíbula derecha con ausencia de dicha porción. El punto de compresión está en el aspecto posteromedial de la fíbula, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto anterolateral (Figura 30).

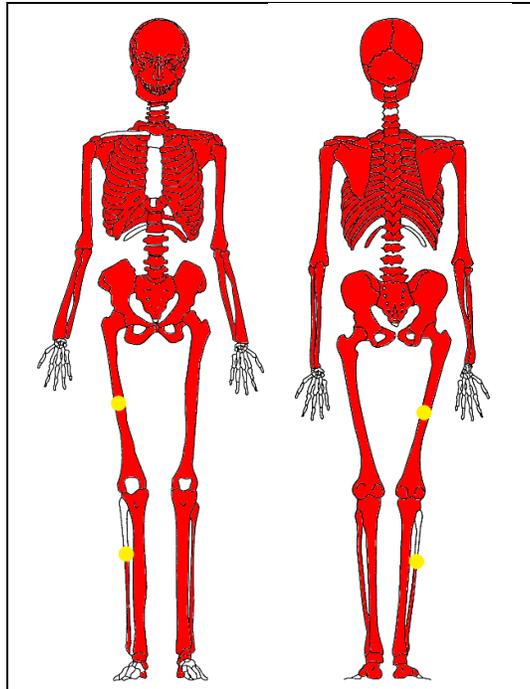


Figura 27. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

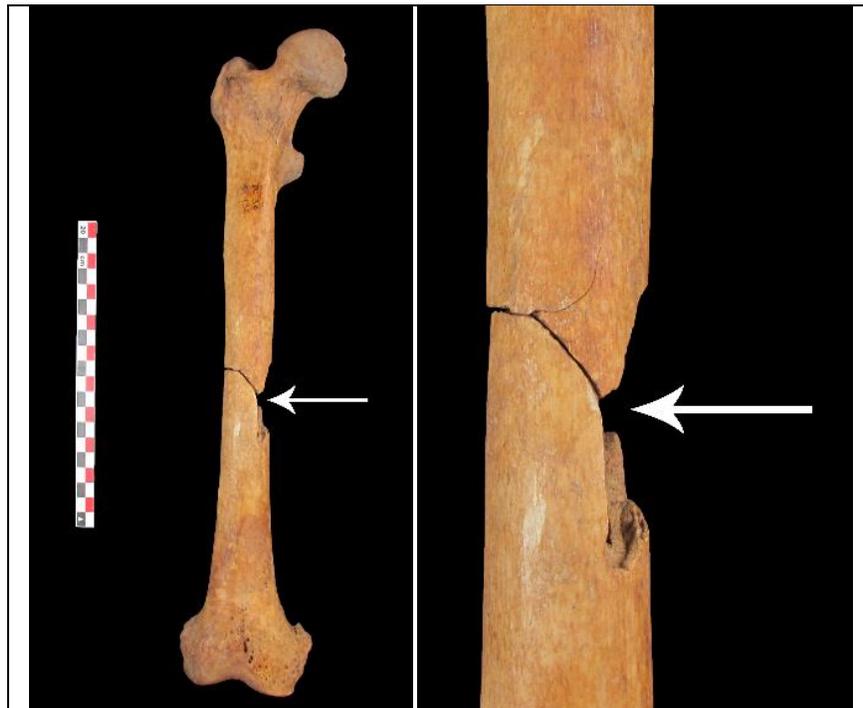


Figura 28. Fractura mariposa en el fémur derecho. Las flechas indican el punto de compresión.

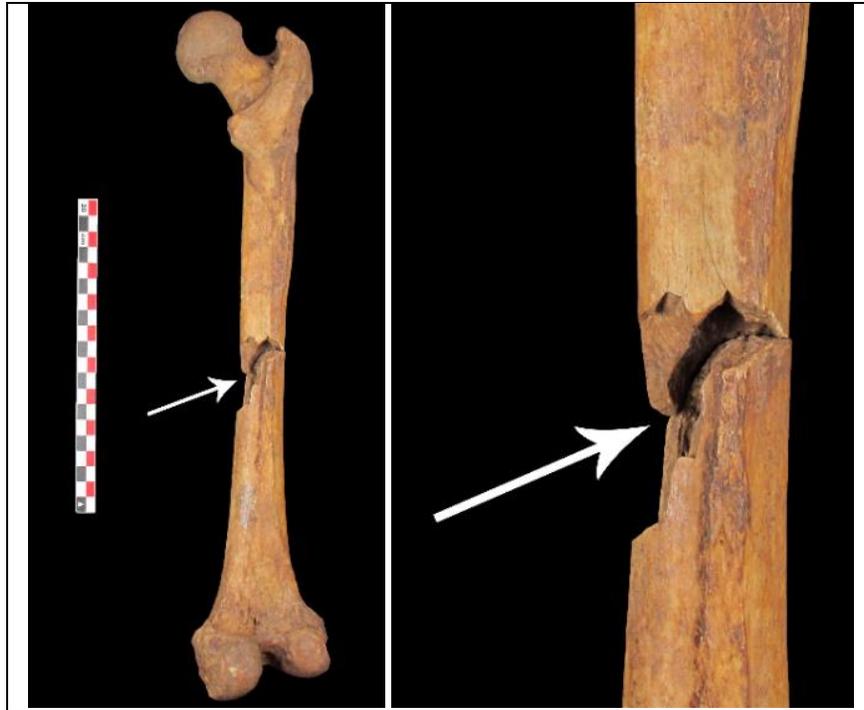


Figura 29. Fractura mariposa en el fémur derecho. Las flechas indican el punto de compresión.

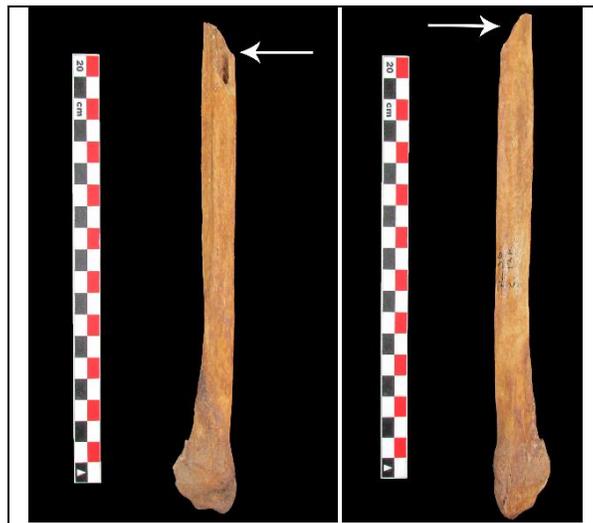


Figura 30. Fractura mariposa en la fíbula derecha. Las flechas indican el punto de compresión.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar dentro de traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto posterior e izquierdo. Su causa de muerte según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile es “*Traumatismo pelviano y del muslo derecho*”. Los traumas perimortem observados en el fémur y la fíbula del individuo permiten proponer que el mecanismo físico de las lesiones identificado en el presente estudio es parcialmente consistente con la causa de muerte registrada.

6.6 Individuo B0012

Individuo de sexo masculino, 29 años, su esqueleto se encuentra semicompleto con un 63% de existencia (Figura 31) y el estado de preservación se valora con grado 2 en la escala de erosión.

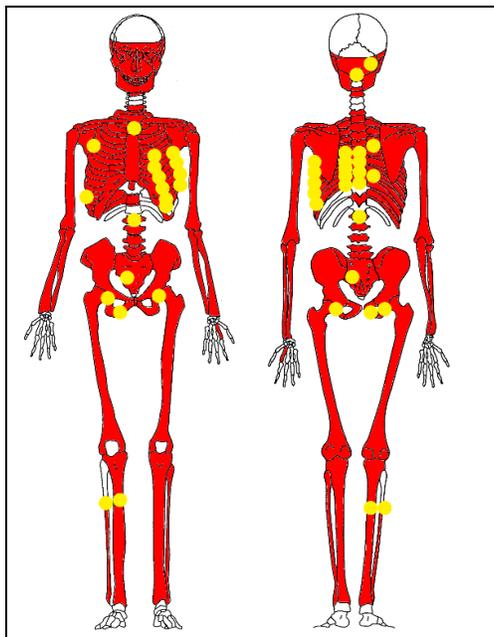


Figura 31. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y la calota está ausente. Se observa una fractura en el lado derecho del occipital con deformación plástica. Hacia el aspecto superior, la fractura se interrumpe por la craneotomía y hacia el aspecto inferior se extiende hacia la porción basilar. Aquí se observa una fractura incompleta del anillo de la base del cráneo con bisel externo y avulsión del cóndilo occipital izquierdo. Se debe destacar que hay una fusión parcial antemortem entre la parte izquierda del atlas y el occipital. En la zona posterior derecha del foramen magno hay pérdida de material óseo y se aprecian líneas de fractura hacia la zona lateral. También, se observa propagación de líneas de fractura hacia el endocráneo, involucrando la porción petrosa y el meato acústico externo derecho, la fosa hipofisiaria, el proceso pterigoides derecho y el cuerpo del esfenoides. Además, hay fracturas diastáticas en ambas suturas occipitomastoideas (Figura 32).

En el atlas se observa la avulsión del cóndilo occipital izquierdo que se fusionó con C1. La porción posterior izquierda del atlas quedó fusionada al occipital (Figura 33). En las vértebras T4 y T5 hay fracturas en el aspecto inferior de ambos pedículos (Figura 34). En las vértebras T6 y T7 hay fracturas en el cuerpo vertebral y en el proceso transversario izquierdo. En la vértebra T8 hay una fractura en el aspecto anterior del proceso transversario izquierdo (Figura 35). En la vértebra L1 hay una fractura en el aspecto lateral izquierdo del

proceso espinoso (Figura 36). En las costillas derechas, se observa una fractura en la cabeza de la cuarta costilla y una fractura en el tubérculo de la octava costilla.



Figura 32. Arriba, fractura con deformación plástica en el occipital. Abajo izquierda, fractura incompleta del anillo de la base del cráneo con líneas de fracturas asociadas. Abajo derecha, fracturas en el endocráneo.



Figura 33. Avulsión del cóndilo occipital izquierdo que estaba fusionado con el atlas.

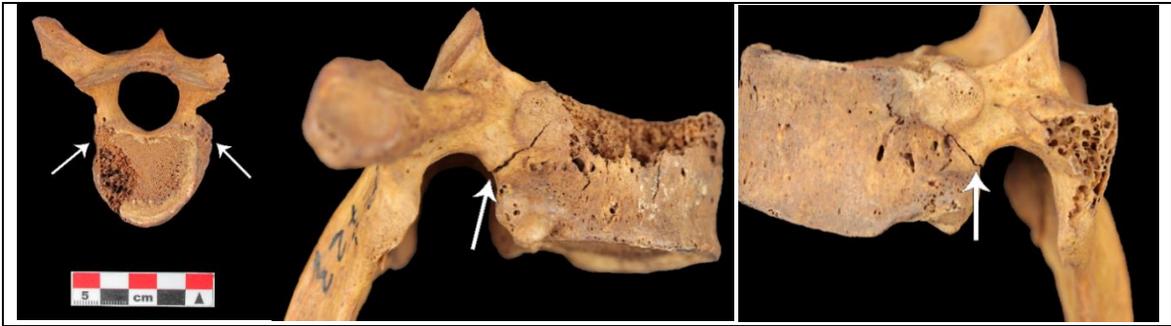


Figura 34. Fracturas en T5.



Figura 35. Fractura en T8.



Figura 36. Fractura en L1.

En las costillas izquierdas, se observa una fractura mariposa en la diáfisis de la cuarta costilla con el fragmento esternal ausente; el punto de compresión está en el aspecto caudal y el punto de tensión está en el aspecto craneal. En la quinta costilla izquierda hay una fractura mariposa en la diáfisis con punto de compresión en el aspecto caudal y punto de tensión en el aspecto craneal, además presenta una fractura en la cabeza. En la sexta y séptima costilla izquierda se observa una fractura mariposa en la diáfisis con punto de compresión en el aspecto caudal y punto de tensión en el aspecto craneal, además, presentan fracturas con deformación plástica en la cabeza y el cuello (Figura 37). En la octava y novena costilla izquierda hay una fractura transversa en la diáfisis y fracturas con deformación plástica en la cabeza y cuello. En el esternón, hay una fractura longitudinal en la parte derecha del manubrio (Figura 38).

En el coxal derecho se observa la avulsión del pubis y una fractura con deformación plástica que cruza de forma oblicua el cuerpo púbico (Figura 39). En el coxal izquierdo hay avulsión del pubis y se observa una fractura transversa con deformación plástica en el acetábulo, llegando a la parte superior de la escotadura ciática mayor por el aspecto posterior y, por el aspecto anterior, al ápice de la superficie auricular siguiendo la dirección de la línea arcuata (Figura 40).



Figura 37. Fracturas en la cabeza y diáfisis de la séptima costilla izquierda.



Figura 38. Fractura en el manubrio.



Figura 39. Fracturas en el coxal derecho.



Figura 40. Fracturas en el coxal izquierdo.

En el sacro, se observa una fractura transversa incompleta con deformación plástica a la altura de S3 que deja al sacro angulado hacia el aspecto anterior. Además, se aprecian fracturas en el aspecto inferior de la superficie auricular derecha y en la zona media de la superficie auricular izquierda (Figura 41).

En la tibia derecha se observa una fractura mariposa en el tercio proximal de la diáfisis con pérdida de material óseo en el aspecto medial, dividiendo la tibia en dos partes. El punto de compresión está en el aspecto posteromedial, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto anterolateral. Se debe destacar que el borde de la fractura en el fragmento distal se encuentra erosionado, mientras que el borde de la fractura en el fragmento proximal está en buenas condiciones (Figura 42).

En la fíbula derecha se observa una fractura mariposa en el tercio proximal de la diáfisis con pérdida de material óseo en el aspecto posteromedial, dividiendo la fíbula, con la porción proximal ausente. El punto de compresión está en el aspecto posteromedial, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto anterolateral (Figura 42).



Figura 41. Fractura transversa en el sacro.



Figura 42. A la izquierda, fractura mariposa en la tibia derecha. A la derecha, fractura mariposa en la fíbula derecha con el fragmento proximal ausente. Las flechas indican el punto de compresión.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar dentro de traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza general a nivel del tórax y de la pierna fue ejercida desde el aspecto lateral izquierdo. Su causa de muerte según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile es “*Múltiples traumatismos esqueléticos y viscerales y anemia aguda*”. Los traumas perimortem observados en múltiples regiones esqueléticas del individuo permiten proponer que el mecanismo físico de las lesiones identificado en el presente estudio es consistente con la causa de muerte registrada que indica “*Múltiples traumatismos esqueléticos*”. Los análisis efectuados no pueden relacionar las evidencias esqueléticas observadas con la información respecto de los traumas viscerales y tampoco en cuanto a la anemia aguda consignada en el registro.

6.7 Individuo B1721

Individuo con estimación de sexo masculino y 35-55 años. El esqueleto se encuentra semicompleto con un 51% de existencia (Figura 43) y el estado de preservación se valora con grado 3 en la escala de erosión.

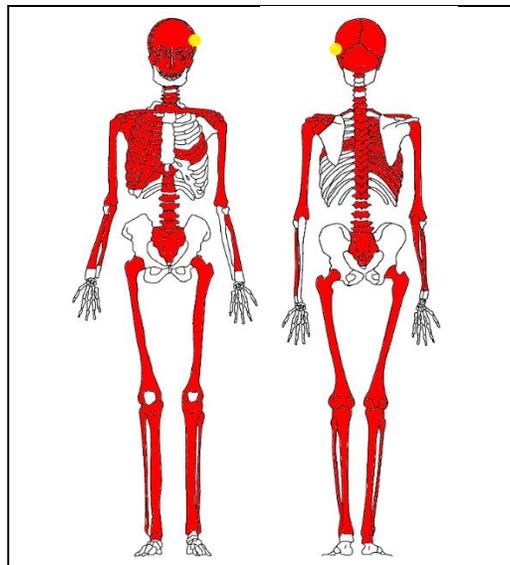


Figura 43. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y se observan traumas antemortem en la articulación glenohumeral derecha, en ambos cigomáticos, en ambos maxilares, en el frontal, en el parietal izquierdo y en el parietal derecho (Figuras 44 y 45). En el cráneo hay una fractura lineal con deformación plástica que cruza de forma oblicua el aspecto posterior del parietal izquierdo y la escama del temporal izquierdo, llegando a la base del cráneo (Figura 44). Además, se observa propagación de la fractura desde el agujero oval hacia el endocráneo, involucrando la parte lateral izquierda y anterior de la silla turca (Figura 45). Por otra parte, en el aspecto posterolateral del parietal izquierdo se observa una línea de fractura secundaria a la fractura lineal principal, que se propaga en sentido inferior, disipándose en

la sutura parietomastoide. También, se observa una línea de fractura secundaria en la escama del temporal izquierdo que se propaga en sentido superior, disipándose en una impresión meníngea. Además, se aprecia una fractura en el parietal izquierdo que se disipa en la sutura escamosa izquierda, asociado al corte de la craneotomía (Figura 44).

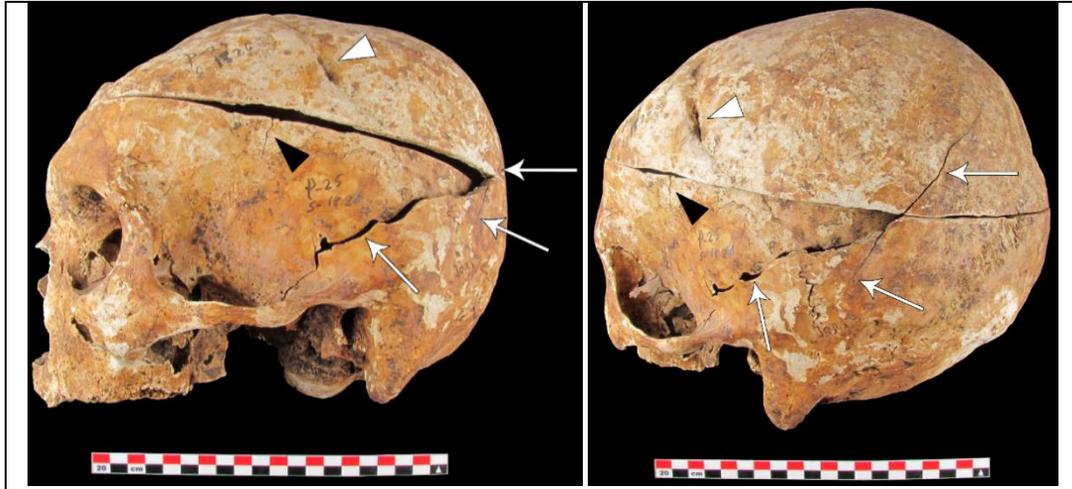


Figura 44. Fractura lineal en el cráneo (flechas), trauma antemortem (triángulos blancos) y fractura producto de la craneotomía (triángulos negros).



Figura 45. Propagación de fracturas en la base del cráneo. El triángulo muestra un trauma antemortem.

La lesión observada en el cráneo de este individuo puede clasificarse como trauma contundente cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto lateral izquierdo. Este individuo no tiene registro de causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile por lo que no se puede contrastar el trauma observado.

6.8 Individuo B2066

Individuo con estimación de sexo indeterminado y 5-9 años. Se estimó una edad específica de 6 años utilizando métodos de formación y erupción dental (Ubelaker, 1979; Smith, 1991), así como el grado de fusión de los centros de osificación primarios (Schaefer et al., 2009). El esqueleto se encuentra casi completo con un 86% de existencia (Figura 46) y el estado de preservación se valora con grado 2 en la escala de erosión.

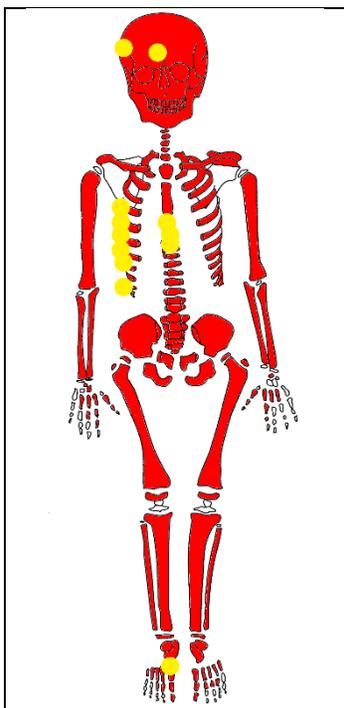


Figura 46. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y el cráneo se encuentra multifragmentado por lo que fue reconstruido para su análisis. Se observa una fractura lineal en la parte derecha del frontal, con deformación plástica, que se disipa en la sutura coronal derecha, por un lado, y por el otro llega a la zona ptérica derecha (Figuras 47, 49 y 50). Además, se aprecia otra fractura lineal en el aspecto posterior de ambos parietales que cruza de forma perpendicular la sutura sagital (Figuras 47, 48 y 50).

Por otra parte, se observa un trauma con deformación plástica en la zona posterolateral derecha del cráneo, con un patrón de cuatro fracturas radiantes (R1-R4) y dos fracturas concéntricas (C1-C2). El punto de impacto está en el aspecto posterior del parietal derecho, zona en que hay pérdida de material óseo y una fuerte erosión, principalmente en la calota. Desde el punto de impacto se observa una fractura radiante (R1) que se extiende por el parietal derecho en sentido anterior, llegando al frontal donde interseca con una fractura lineal previa. Una segunda fractura radiante (R2) se propaga desde el punto de impacto en sentido anteroinferior, disipándose en la sutura escamosa derecha.

La tercera fractura radiante (R3) que no generó una rotura completa, se extiende desde el punto de impacto en sentido posteroinferior, cruzando la sutura lambdaoidea derecha y terminando en el aspecto derecho del occipital. Una cuarta fractura radiante (R4) se propaga desde el punto de impacto en sentido anterosuperior, intersectando con una fractura lineal previa. Se observa, además, una fractura concéntrica (C1) que une las fracturas radiantes 3 y 4, cruzando la sutura lambdaoidea derecha. Hay una segunda fractura concéntrica (C2) que es la continuación de la anterior, uniendo las fracturas radiantes 2 y 3, y que genera la fractura diastática de la sutura parietomastoide derecha, a partir de la cual se produce la fractura diastática de la sutura occipitomastoide (Figuras 47, 48, 49 y 50).

También, se advierten fracturas diastáticas de las suturas escamosa derecha, esfenoparietal derecha, coronal derecha, esfenobasilar, interpalatina, intermaxilar, nasomaxilares, internasal, cigomático-esfenoidales, y hay separación entre ambos procesos pterigoides y el vómer (Figuras 47, 48, 49 y 50). Además, se aprecian fracturas asociadas a la craneotomía y al proceso de autopsia, sobre la órbita derecha, donde se observa el punto de quiebre y tracción de la craneotomía, y sobre la órbita izquierda, donde hay hundimiento de dos fragmentos en el borde del corte de la craneotomía (Figuras 47, 49 y 50).



Figura 47. A la izquierda, fractura radiante R1 (flecha) y fractura lineal (triángulos). A la derecha, fractura radiante R4 (flecha superior), fractura radiante R1 (flecha inferior) y fracturas lineales (triángulos).



Figura 48. A la izquierda, fractura radiante R4 (flecha), punto de impacto (círculo) y fractura lineal (triángulo). A la derecha, Patrón de fracturas radiantes (flechas) y fracturas concéntricas (triángulos). El círculo indica el punto de impacto.

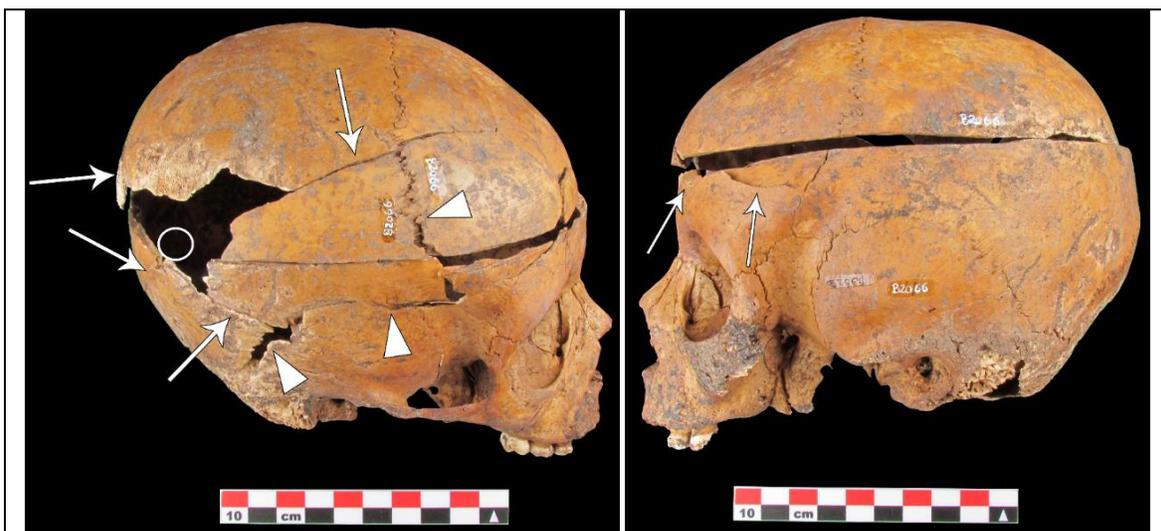


Figura 49. A la izquierda, fracturas radiantes (flechas) y fracturas diastáticas (triángulos); el círculo indica el punto de impacto. A la derecha, fracturas producto del procedimiento de autopsia.

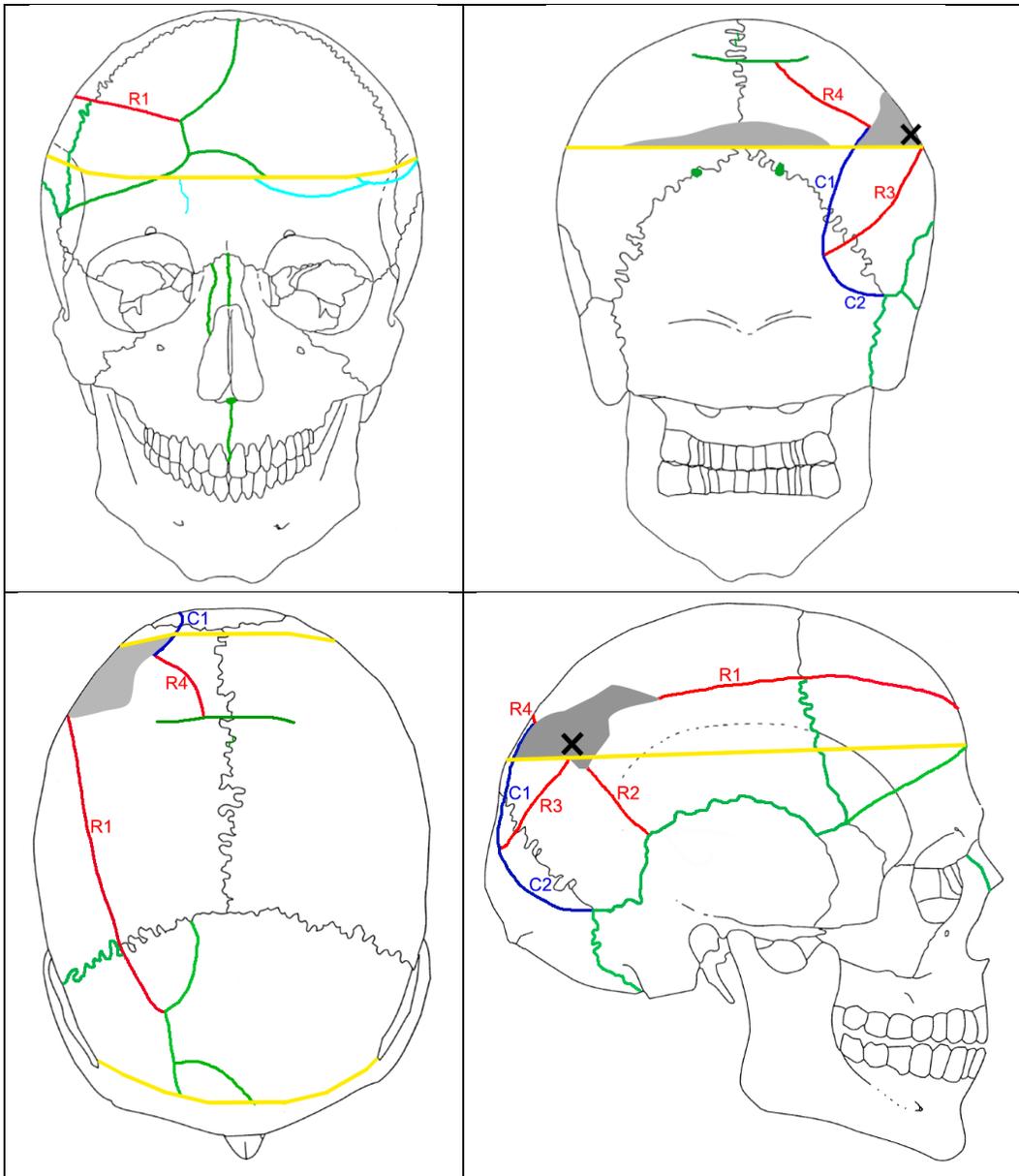


Figura 50. Esquemas de traumas en el cráneo. En gris se muestran las zonas con pérdida de hueso, en amarillo se muestra el corte de la craneotomía, en rojo se muestran las fracturas radiantes, en azul se muestran las fracturas concéntricas, en verde se muestran las fracturas lineales o diastáticas, en celeste se muestran las fracturas producto de la autopsia y la cruz negra indica el punto de impacto.

En las vértebras, se observa la apertura parcial de las uniones neurocentrales en T4 y T9, y la separación completa de las uniones neurocentrales en T5, T6, T7, T8 y T10 (Figura 51). En las costillas derechas, hay fracturas en el tubérculo de la cuarta costilla, la quinta costilla (Figura 52), la sexta costilla, la séptima costilla y la octava costilla (Figura 53). En la décima costilla hay una fractura en el aspecto caudal de la cabeza (Figura 54). En el primer metatarso derecho, hay una fractura en la superficie articular de la base, que no está fusionada con la diáfisis (Figura 54).



Figura 51. De izquierda a derecha, apertura parcial de las uniones neurocentrales en T4 (derecha e izquierda). Separación completa de las uniones neurocentrales en T5 y T10.



Figura 52. Fractura en el tubérculo de la quinta costilla derecha.

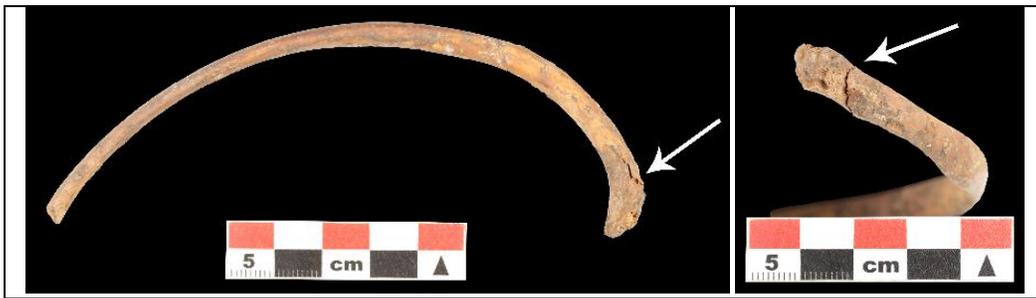


Figura 53. Fractura en el tubérculo de la octava costilla derecha.



Figura 54. A la izquierda, fractura en la cabeza de la décima costilla derecha en vista caudal. A la derecha, fractura en la superficie articular de la base del primer metatarso derecho.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar dentro de traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto posterior y derecho. Este individuo no tiene registro de causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile por lo que no se pueden contrastar los traumas observados.

6.9 Individuo B0329

Individuo de sexo masculino, 42 años, el esqueleto se encuentra semicompleto con un 67% de existencia (Figura 55) y el estado de preservación se valora con grado 1 en la escala de erosión.

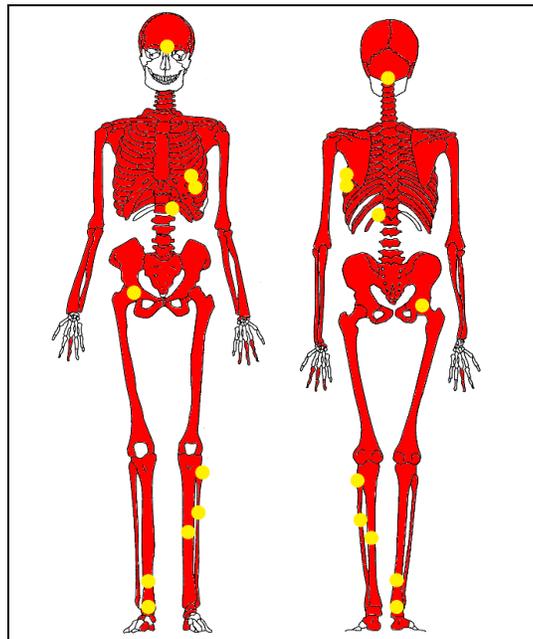


Figura 55. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y el esplacnocráneo está ausente. En el cráneo, se observa una fractura en la parte derecha del frontal que se interrumpe con el corte de la craneotomía, y otra fractura en la parte izquierda del frontal, sobre la órbita izquierda. También, se observa una fractura en la porción basilar que se extiende hacia el cóndilo occipital izquierdo. Además, en el endocráneo hay una fractura en el aspecto lateral derecho de la fosa hipofisaria (Figura 56).

En la sexta costilla izquierda se observa una fractura en el aspecto anterior del extremo esternal. En la séptima costilla izquierda, se observa una fractura en el borde caudal del extremo esternal. En la duodécima costilla izquierda se observa una fractura en el cuello (Figura 57). En el coxal derecho, hay una fractura que se extiende desde el borde acetabular hacia la superficie semilunar (Figura 58).

En la tibia izquierda se observa una fractura mariposa en el tercio medio de la diáfisis, con pérdida de material óseo en la porción anterolateral, dividiendo la tibia en dos partes. El punto de compresión está en el aspecto anterolateral, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto posteromedial de la tibia (Figura 59).



Figura 56. A la izquierda, fracturas en el frontal y ausencia del esplanocráneo. Al medio y a la derecha, fracturas en el endocráneo y la porción basilar.

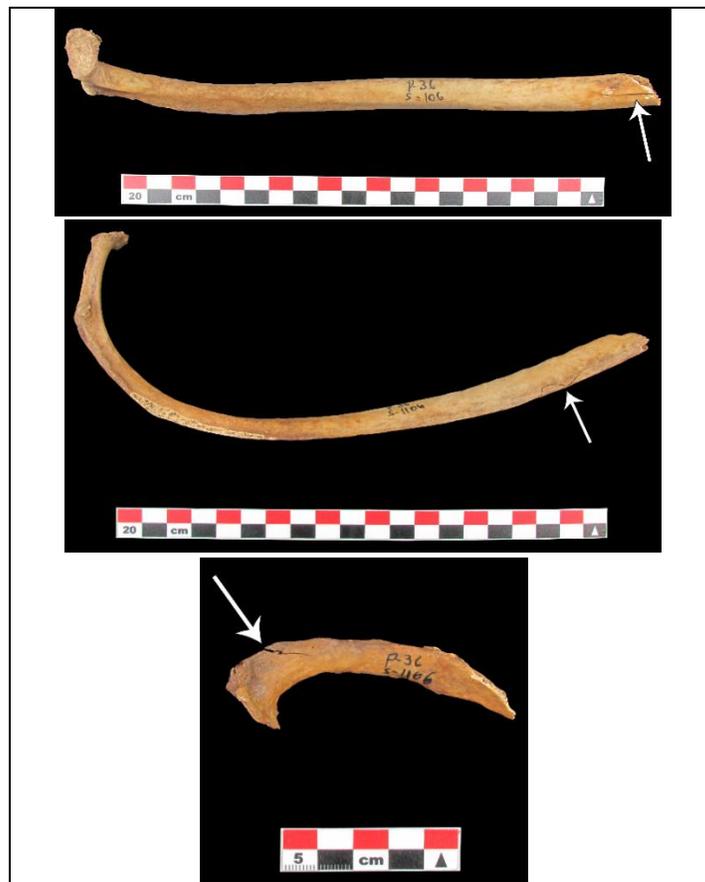


Figura 57. Arriba, fractura en la sexta costilla izquierda. Al medio, fractura en la séptima costilla izquierda. Abajo, fractura en la duodécima costilla izquierda.



Figura 58. Fractura en el acetábulo derecho.

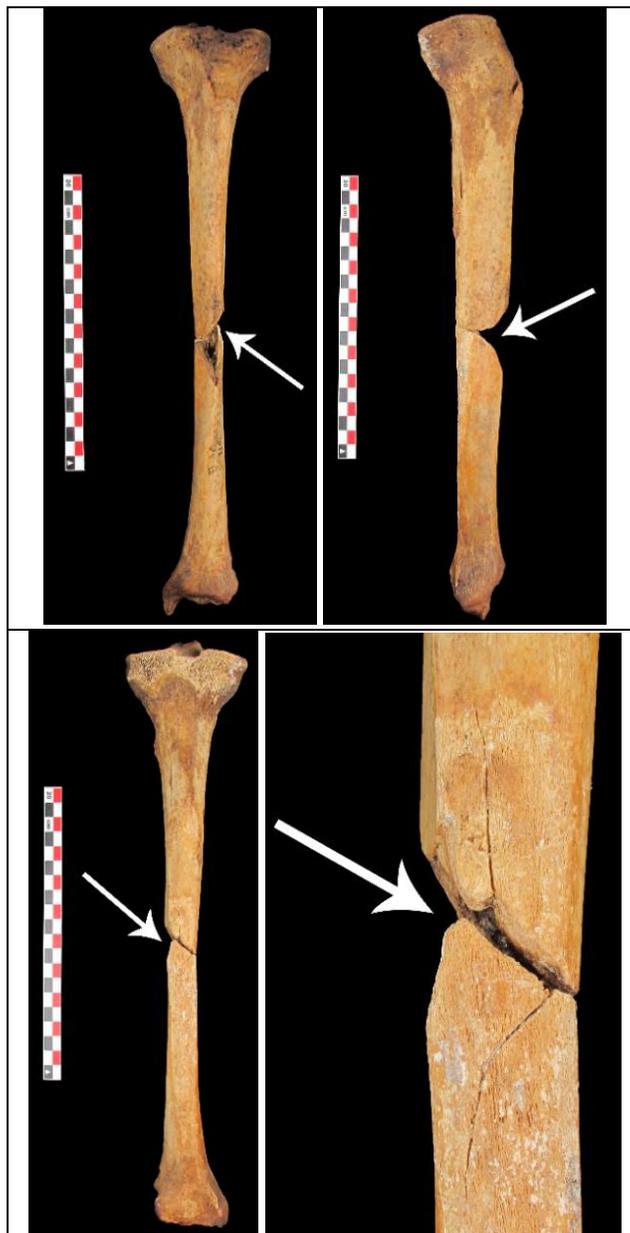


Figura 59. Fractura mariposa en la tibia izquierda. Las flechas indican el punto de compresión.

En la fíbula izquierda hay una fractura mariposa en el tercio proximal de la diáfisis, que divide la fíbula en dos partes. El punto de compresión está en el aspecto anterior, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto posterior de la fíbula. Además, se observa una fractura en el aspecto medial de la epífisis proximal de la fíbula (Figuras 60 y 61).

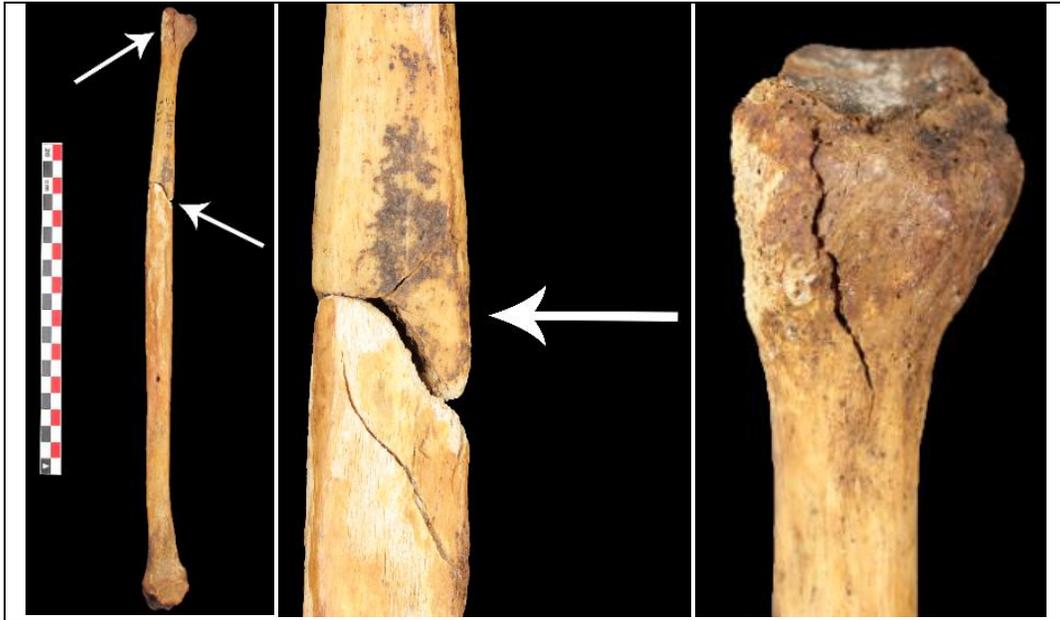


Figura 60. Fractura mariposa y fractura lineal en la fíbula izquierda.

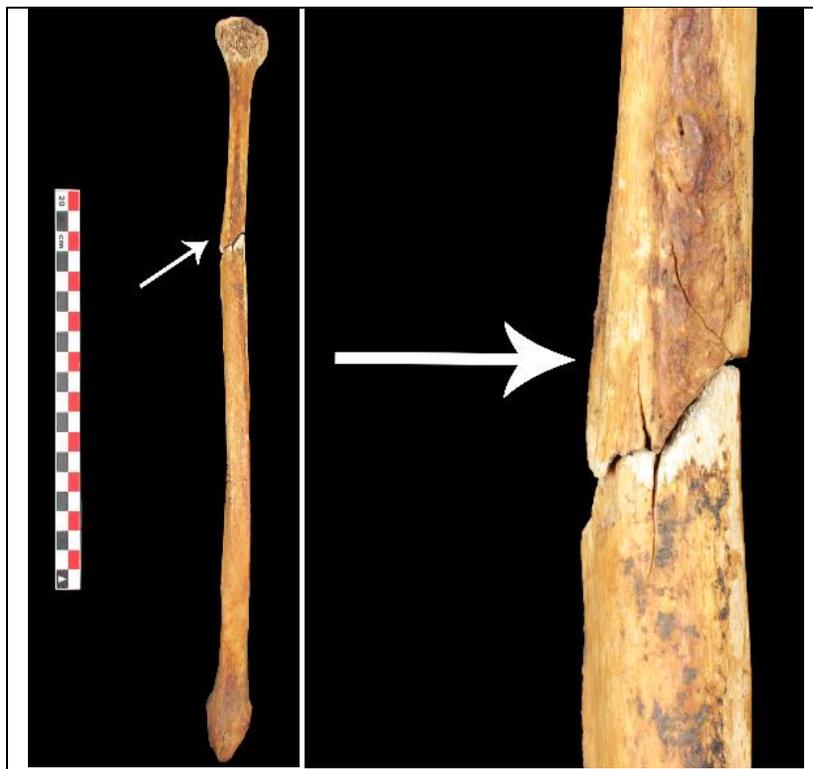


Figura 61. Fractura mariposa en la fíbula izquierda. Las flechas indican el punto de compresión.

En la tibia derecha se observa una fractura mariposa en el tercio distal de la diáfisis, con pérdida de material óseo en el aspecto posteromedial, dividiendo la tibia en dos partes. El punto de compresión está en el aspecto posteromedial, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto anterolateral de la tibia. Además, se observa una fractura en la epífisis distal de la tibia, que se extiende verticalmente por el aspecto posterior llegando hasta la carilla talar (Figura 62).

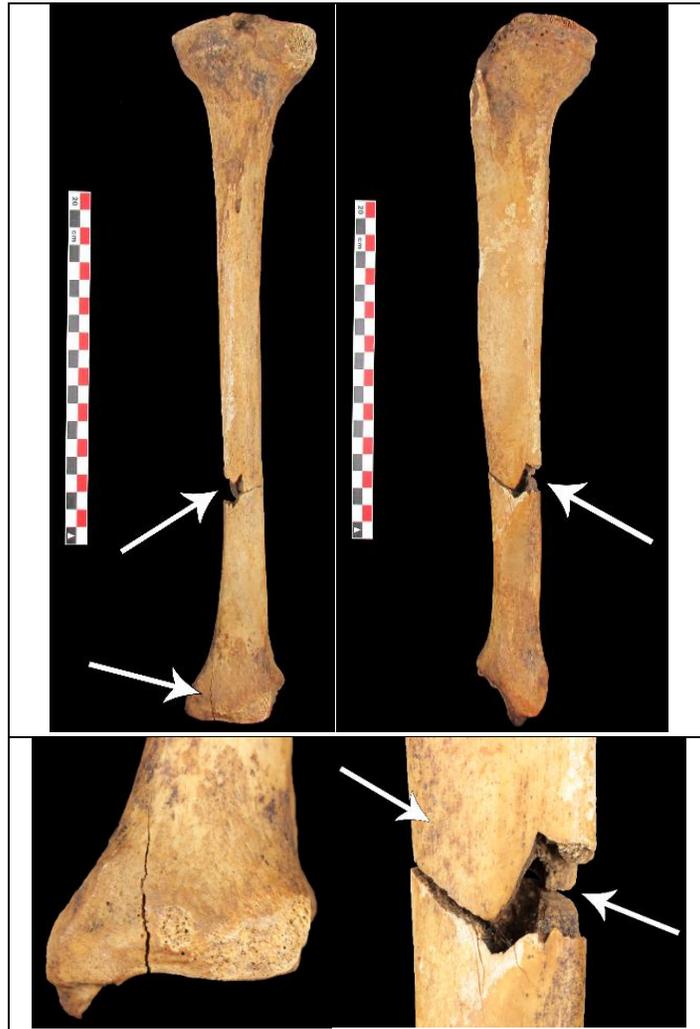


Figura 62. Fractura mariposa y fractura lineal en la tibia derecha.

Los traumas presentes en este individuo se pueden clasificar dentro de traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto anterolateral izquierdo. Su causa de muerte según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile es "*Estado infeccioso*". Los múltiples traumas perimortem observados en el individuo permiten proponer que el mecanismo físico de las lesiones identificado en el presente estudio no es consistente con la causa de muerte registrada.

6.10 Individuo B0896

Individuo con estimación de sexo masculino y 40-55 años. El esqueleto se encuentra semicompleto con un 69% de existencia (Figura 63) y el estado de preservación se valora con grado 1 en la escala de erosión.

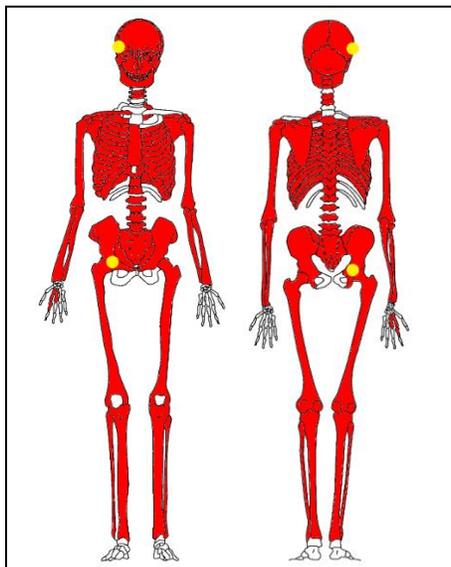


Figura 63. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía. Se observa una fractura lineal en el aspecto derecho del cráneo, que se extiende por el parietal derecho y el ala mayor derecha del esfenoides. En el endocráneo, la fractura se propaga desde el ala mayor derecha del esfenoides hacia la silla turca, el frontal y el etmoides (Figura 64). En el coxal derecho, hay fracturas en el acetábulo con deformación plástica, que se extienden hacia el aspecto anterior, hacia el aspecto posterior y hacia la parte supracetabular donde se observa delaminación. Además, hay avulsión del pubis con ausencia de este (Figura 65).



Figura 64. Fractura lineal en el cráneo y propagación de fracturas hacia el endocráneo.



Figura 65. Fracturas en el coxal derecho con deformación plástica y delaminación.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar dentro traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza que los produjo fue ejercida desde el aspecto lateral derecho. Este individuo no tiene registro de causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile por lo que no se pueden contrastar los traumas observados.

6.11 Individuo B0097

Individuo con estimación de sexo indeterminado y 16-20 años. El esqueleto se encuentra casi completo con un 79% de existencia (Figura 66) y el estado de preservación se valora con grado 2 en la escala de erosión.

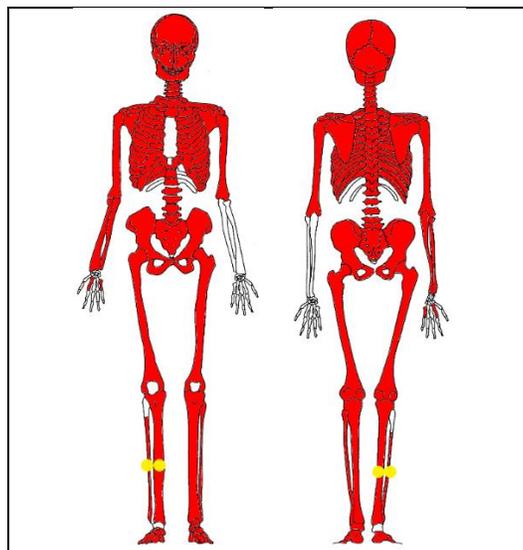


Figura 66. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía. En la tibia derecha se observa una fractura mariposa en el tercio medio de la diáfisis, con pérdida de material óseo en el aspecto lateral, dividiendo la tibia en dos partes. El punto de compresión está en el aspecto anterolateral, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto posteromedial de la tibia (Figuras 67 a 69).

En la fíbula derecha se observan dos fracturas, una en el tercio proximal y otra en el tercio medial, dividiendo la fíbula en tres partes. El fragmento proximal está ausente. En el tercio medial la fractura observada tiene patrón mariposa. El punto de compresión está en el aspecto lateral, produciéndose el punto de tensión y falla inicial en el aspecto medial de la fíbula (Figura 70 y 71).

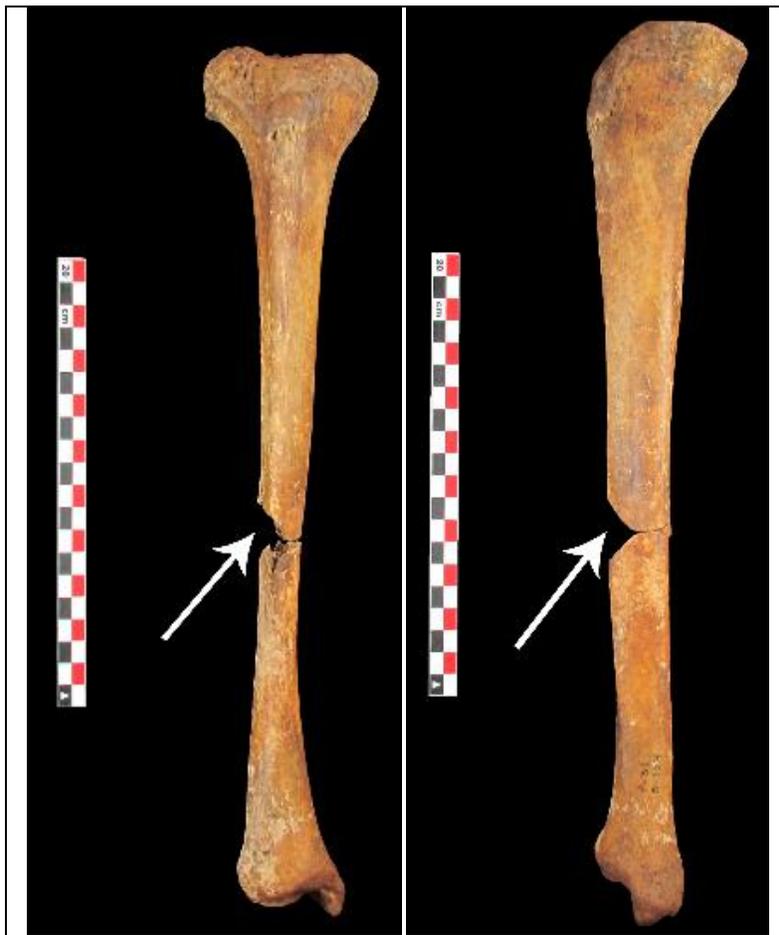


Figura 67. Fractura mariposa en la tibia derecha. Las flechas indican el lugar de compresión.

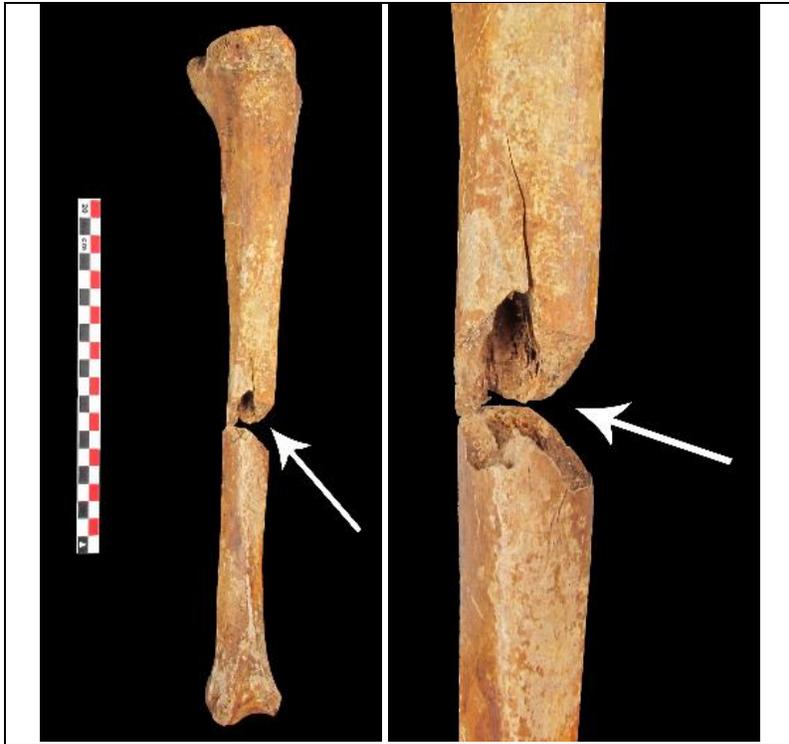


Figura 68. Fractura mariposa en la tibia derecha. Las flechas indican el lugar de compresión.



Figura 69. Fractura mariposa en la tibia derecha. Las flechas indican el lugar de compresión.

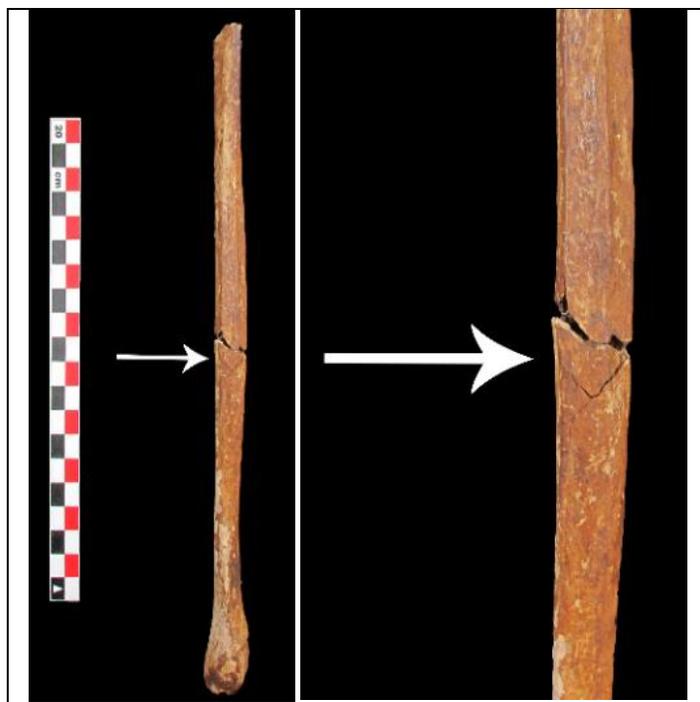


Figura 70. Fractura mariposa en la fíbula derecha. Las flechas indican el lugar de compresión.

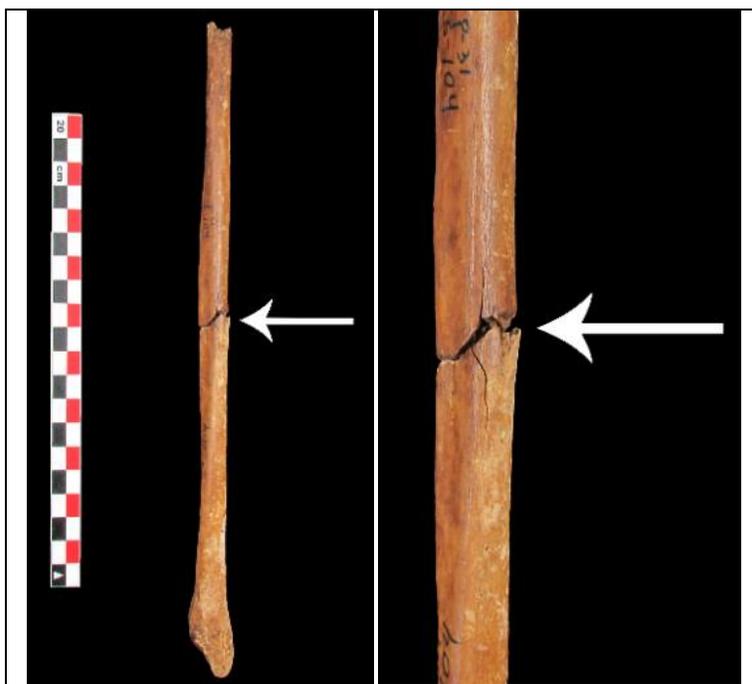


Figura 71. Fractura mariposa en la fíbula derecha. Las flechas indican el lugar de compresión.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar dentro de traumas contundentes cuyas características sugieren que la fuerza general fue ejercida desde el aspecto anterolateral derecho. Este individuo no tiene registro de causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile por lo que no se pueden contrastar los traumas observados.

6.12 Individuo B0068

Individuo de sexo masculino, 22 años, su esqueleto se encuentra semicompleto con un 66% de existencia (Figura 72) y el estado de preservación se valora con grado 2 en la escala de erosión.

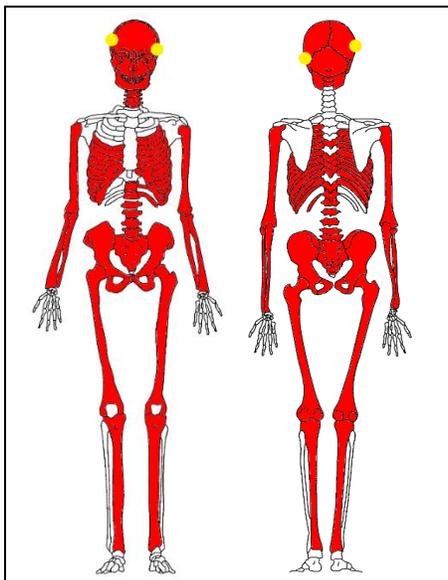


Figura 72. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía. Se observa un trauma balístico en el cráneo con lesión de entrada en la zona ptérica izquierda. La zona, cortada durante la autopsia, se encuentra ausente por lo que no se puede observar ninguna característica diagnóstica. La lesión de salida está en el aspecto lateral del parietal derecho, adyacente a la sutura coronal. Comprende un patrón *plug-and-spall* con bisel externo y dos fracturas radiantes (Figura 73).



Figura 73. A la izquierda, área de la lesión de entrada en el cráneo y fractura diastática en nasal. A la derecha, lesión de salida con propagación de fracturas radiantes, fracturas diastáticas en nasal y cigomático.

El defecto de salida tiene forma ovalada con diámetro mínimo de 12 mm y diámetro máximo de 15 mm. Desde el defecto de salida, la fractura radiante de mayor dimensión se extiende en sentido posterosuperior por el parietal derecho, donde se observa una fractura secundaria, y en sentido inferior por la zona ptérica derecha, llegando a la escama del temporal derecho donde se observa deformación plástica. Desde la zona ptérica derecha se observan fracturas diastáticas de la sutura esfenoparietal, parte de la sutura esfenotemporal y la sutura escamosa, con deformación plástica. Desde la escama del temporal derecho, se observa propagación de la fractura radiante hacia el aspecto posterior, disipándose en la sutura lambdaidea derecha. Además, hay propagación de la fractura hacia el aspecto anterosuperior, llegando a la parte derecha del frontal. La fractura radiante de menor dimensión, se propaga por la tabla externa del cráneo, desde el defecto de salida en sentido posteroinferior (Figuras 74 a 77).

Por otra parte, se observan fracturas en el endocráneo que incluyen la porción petrosa derecha; el ala mayor derecha, silla turca y cuerpo del esfenoides; el etmoides y el frontal (Figura 78). Además, hay fracturas en ambos meatos acústicos externos (Figura 79) y fracturas diastáticas en la sutura cigomático-temporal derecha, ambas suturas nasomaxilares y la sutura internasal (Figura 74). El área de la lesión de entrada y la ubicación de la lesión de salida, indican que la dirección del proyectil fue de izquierda a derecha, de anterior a posterior y de forma ascendente (Figura 80).



Figura 74. Lesión de salida con propagación de fracturas radiantes, fracturas diastáticas en el nasal y cigomático.

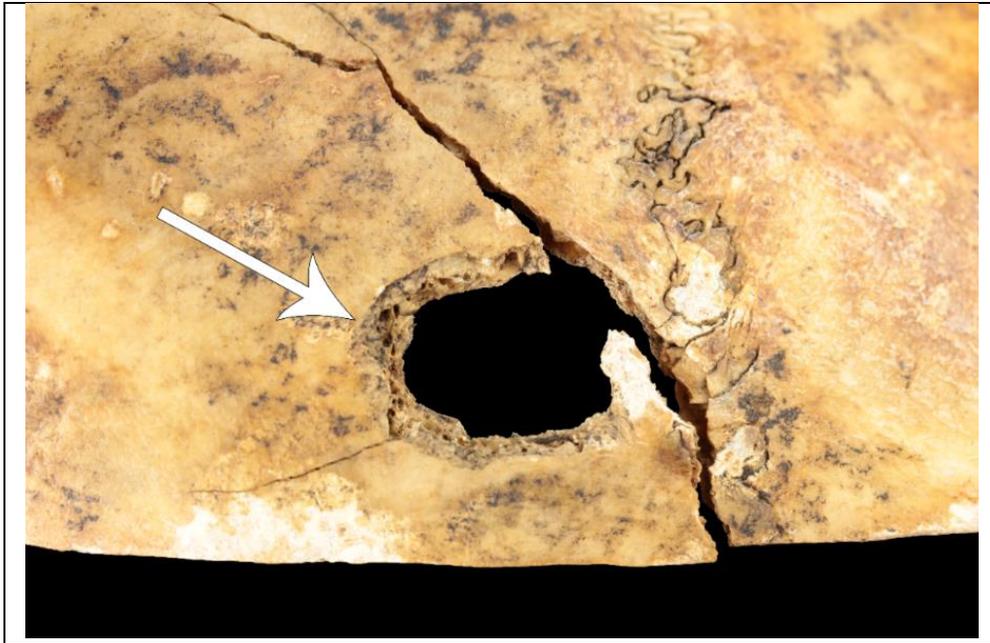


Figura 75. Detalle de la lesión de salida con bisel externo.



Figura 76. Lesión de salida con fractura radiante por la tabla interna del cráneo.

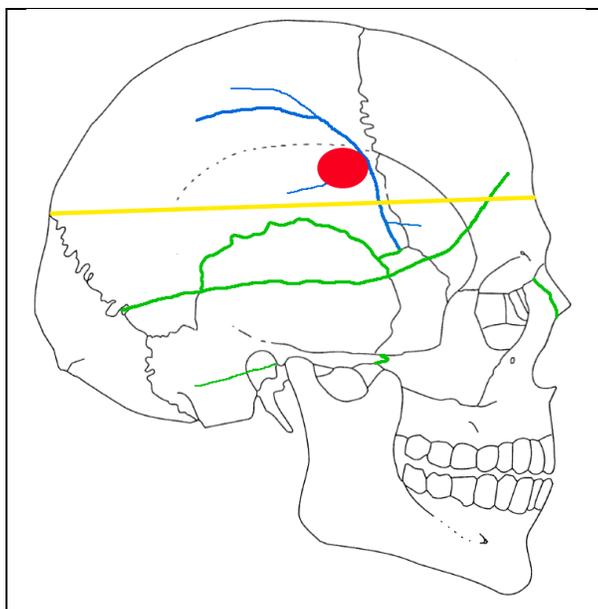


Figura 77. Esquema de fracturas en el cráneo. En rojo se muestra el defecto de salida, en amarillo se muestra el corte de la craneotomía, en azul se muestran las fracturas radiantes y sus fracturas secundarias, y en verde se muestra la propagación de líneas de fractura y las fracturas diastáticas.



Figura 78. Área de la lesión de entrada, fracturas en el endocráneo y fractura con deformación plástica en la lesión de salida.



Figura 79. Detalle de fractura en el meato acústico externo derecho.



Figura 80. Dirección del proyectil de izquierda a derecha, de forma ascendente y de anterior a posterior.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar como un trauma balístico. La causa de muerte según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile es "*Herida de bala cráneo-encefálica*". Los traumas perimortem observados en el cráneo del individuo permiten proponer que el mecanismo físico de las lesiones identificado en el presente estudio es consistente con la causa de muerte que indica "*Herida de bala craneana*". Los análisis efectuados no pueden relacionar las evidencias esqueléticas observadas con la información respecto del trauma encefálico consignado en el registro.

6.13 Individuo B1190

Individuo con estimación de sexo masculino y edad mayor a 45 años. El esqueleto se encuentra semicompleto con un 70% de existencia (Figura 81) y el estado de preservación se valora con grado 2 en la escala de erosión.

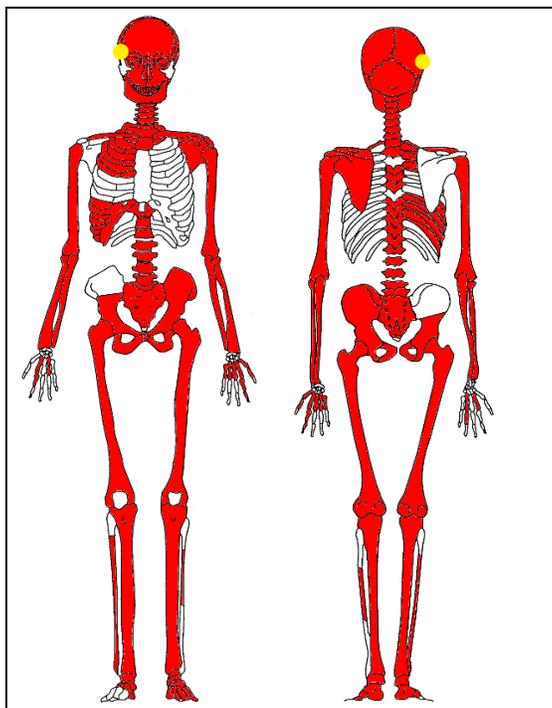


Figura 81. Esquema de completitud. En rojo se muestran los elementos presentes, en blanco los elementos ausentes y en amarillo los traumas.

Presenta craneotomía y el esplancocráneo se encuentra fragmentado por lo que fue reconstruido para su análisis. Se observa un trauma balístico en el cráneo, con lesión de entrada en la porción derecha, abarcando la escama temporal y el ala mayor del esfenoides, con pérdida de material óseo de dichas estructuras. La zona fue cortada durante la autopsia y se encuentra ausente, por lo que no se pueden observar características diagnósticas, con excepción de un leve bisel interno en la porción escamosa del temporal derecho (Figura 82).

La lesión de salida está en el parietal derecho y comprende un patrón *keyhole*, que incluye un defecto circular incompleto con bisel externo, dos fracturas radiantes que se propagan hacia el aspecto anterolateral izquierdo y una fractura concéntrica con bisel externo. La fractura radiante de mayor dimensión, presenta deformación plástica y cruza la sutura sagital hacia el parietal izquierdo, terminando superior a la sutura escamosa izquierda. La fractura radiante de menor dimensión, cruza la sutura coronal derecha llegando a la escama frontal. También, hay una fractura secundaria que se propaga desde la fractura radiante de mayores dimensiones hacia el aspecto anterolateral del parietal izquierdo (Figuras 83 a 85).

Se observa, además, una fractura lineal en el aspecto derecho del frontal, que se interrumpe por el corte de la craneotomía. En la calota, la fractura se disipa en la sutura coronal derecha, y en la base del cráneo, la fractura se extiende hacia el techo de la órbita mostrando deformación plástica (Figuras 83 y 84). Por otra parte, se aprecia la separación del esplacnocráneo con el neurocráneo a nivel de las órbitas y ambas zonas ptéricas (Figura 85); hay ausencia de parte del esfenoides, del etmoides y de ambos cigomáticos; y se observan fracturas diastáticas en las suturas nasomaxilares.

El área de la lesión de entrada y, la ubicación y patrón de la lesión de salida, indican que la trayectoria del proyectil fue tangencial y que la dirección fue ascendente de derecha a izquierda (Figura 86).



Figura 82. A la izquierda, área de la lesión de entrada en el cráneo (flecha) y parte de la fractura lineal en el frontal (triángulo). A la derecha, detalle del área de la lesión de entrada desde el endocráneo con bisel interno (flechas).



Figura 83. A la izquierda, lesión de salida con una fractura concéntrica (triángulo blanco) y dos fracturas radiantes (flechas). Además, se muestra parte de la fractura lineal en el frontal (triángulo negro). A la derecha, detalle de la lesión de salida con bisel externo (flechas).



Figura 84. A la izquierda, lesión de salida con fractura concéntrica (triángulo) y dos fracturas radiantes (flechas). A la derecha, fractura radiante de mayores.



Figura 85. A la izquierda, tabla interna del cráneo con fractura concéntrica (triángulo) y dos fracturas radiantes (flechas). A la derecha, separación del esplanocráneo en la zona pterica.



Figura 86. Dirección del proyectil de forma tangencial, ascendente y de derecha a izquierda.

Las lesiones observadas en este individuo se pueden clasificar como un trauma balístico. Este individuo no tiene registro de causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile por lo que no se puede contrastar el trauma observado.

La Tabla 4 resume la información de los individuos analizados.

Tabla 4. Resumen de los datos antemortem (eso, edad, causa de muerte), y los hallazgos obtenidos en la presente investigación.

N° inventario	Sexo	Edad	Causa de muerte	Traumas	Clasificación	Concordancia
B1630	Masculino	24	Traumatismo cráneo-encefálico.	Cráneo.	Contundente	Consistente con causa de muerte.
B0065	Masculino	22	Traumatismo cervico-medular y cráneo-encefálico.	Cráneo y C1.	Contundente	Consistente con causa de muerte.
B1483	Masculino	24	Traumatismos cráneo-encefálico, facial y torácico.	Cráneo, mandíbula, costillas derechas 7-11, costillas izquierdas 1-3 y 5-9, húmero derecho.	Contundente	Consistente con causa de muerte.
B0985	Masculino	19	Traumatismo cráneo-encefálico y toraco-abdominal.	Coxal izquierdo, húmero derecho, fémures, tibia derecha.	Contundente	Parcialmente consistente con causa de muerte.
B1520	Masculino	41	Traumatismo pelviano y muslo derecho.	Fémur y fibula derecha.	Contundente	Parcialmente consistente con causa de muerte.
B0012	Masculino	29	Múltiples traumatismos esqueléticos y viscerales y anemia aguda.	Cráneo, C1, T4-T8, L1, costillas derechas 4 y 8, costillas izquierdas 4-9, esternón, coxales, sacro, tibia y fibula derecha.	Contundente	Consistente con causa de muerte.
B1721	Masculino	35-55	Sin registro.	Cráneo.	Contundente	No se pudo contrastar.
B2066	Indeterm.	6	Sin registro.	Cráneo, T4-T10, costillas derechas 4-8 y 10, y primer metatarso derecho.	Contundente	No se pudo contrastar.
B0329	Masculino	42	Estado infeccioso.	Cráneo, costillas izquierdas 6, 7 y 12, coxal derecho, tibia y fibula izquierda, y tibia derecha.	Contundente	No consistente con causa de muerte.
B0896	Masculino	40-55	Sin registro.	Cráneo y coxal derecho.	Contundente	No se pudo contrastar.
B0097	Indeterm.	16-20	Sin registro.	Tibia y fibula derecha.	Contundente	No se pudo contrastar.
B0068	Masculino	22	Herida de bala cráneo-encefálica.	Cráneo.	Balístico	Consistente con causa de muerte.
B1190	Masculino	Mayor de 45	Sin registro.	Cráneo.	Balístico	No se pudo contrastar.

VII. DISCUSIÓN

La sección de resultados da cuenta del cumplimiento de los objetivos específicos 1, 2, y 3, que en conjunto permitieron el abordaje del objetivo general, el cual se cumplió también, pues se logró la caracterización de los traumas perimortem en una muestra de la colección osteológica del Cementerio General de Santiago analizada (n= 13 individuos).

Los análisis indicaron que la estructura ósea más afectada fue el cráneo (10/13 individuos), especialmente en su parte superior (calota), y en segundo lugar las tibias (5/13 individuos) en la diáfisis. En la mayoría de los individuos analizados (9/13), se identificó más de un trauma, aunque cabe considerar que algunos de ellos comprometieron más de una estructura o más de un hueso, debido a la propagación de las fracturas. El orden de las descripciones siguió el criterio utilizado en el abordaje de casos de estudio; es decir ponderando localización anatómica (de cráneo a caudal) y diferenciando entre esqueleto axial y apendicular. Las fotografías resultaron un buen apoyo a las descripciones y de particular ayuda para mostrar posibles relaciones de fracturas y trayectoria de proyectiles. Los esquemas, por su parte, y tratándose de traumas múltiples, permitieron sugerir donde pudo haberse recibido la(s) fuerza(s) (p.e. individuos B1483, B0985, B0012, B2066, y B0329) y/o los impactos (B0068, y B1190).

Entre los 13 individuos analizados se identificaron 11 con traumas contundentes y dos con traumas balísticos; en tanto ninguno presentó trauma cortante (excepto por las craneotomías y costotomías realizadas en procedimientos de autopsia). El contraste de las lesiones perimortem observadas con los registros de causas de muerte se vio restringido a los ocho de los que están disponibles. En cinco de ellos (B1630, B0065, B1483, B0012, B0068), se pudo establecer consistencia entre los registros de causa de muerte y los traumas identificados en la presente investigación. En otro de los ocho (B0329), la causa de muerte indica "*Estado infeccioso*", y por lo tanto se consideró como no consistente. En los últimos dos (B0985, y B1520) las causas de muerte en los registros se consideraron como parcialmente consistentes con los traumas identificados en la presente investigación. Cabe mencionar que la observación directa de los traumas presentes por individuo significó la identificación de huesos con fracturas que no están mencionados en las causas de muerte de los registros en tres de ellos:

-B1483, causa de muerte "*Traumatismos cráneo-encefálico, facial y torácico*" en el cual además se identificó una lesión en el húmero derecho,

-B0985, causa de muerte "*Traumatismo cráneo-encefálico y toraco-abdominal*" en el cual además se identificaron lesiones en el húmero derecho, fémures, y tibia derecha.

-B1520, causa de muerte "*Traumatismo pelviano y muslo derecho*" en el cual además se identificó una lesión en la fíbula derecha.

A continuación, se discuten los resultados agrupando a los individuos de acuerdo a las categorías de trauma contundente, divididos en aquellos probablemente debidos a violencia, caídas o accidentes de tránsito, y luego los balísticos.

7.1 Traumas Contundentes

7.1.a Violencia

El individuo B1630 presenta una fractura por hundimiento en el cráneo, que generó propagación de la energía hacia la base del cráneo y el endocráneo, a través de las suturas, en sentido posterior. Las fracturas por hundimiento en el cráneo, generalmente se asocian con incidentes violentos. Estas se producen por fuerzas compresivas que hacen colapsar el diploe, lo que puede generar la falla de la tabla externa e interna del cráneo (Wedel y Galloway, 2014). Por ejemplo, esto puede ocurrir cuando un objeto con una superficie pequeña y una energía cinética relativamente alta golpea el cráneo (Bilo et al., 2010). Por tanto, es posible sugerir que el hundimiento probablemente fue producido por el golpe con un objeto contundente. La propagación de las fracturas se entiende al considerar que la energía de los traumas suele transmitirse desde la parte superior del cráneo hacia la base, y que el grado de obliteración de las suturas craneales generalmente influye en el patrón de fractura (Wedel y Galloway, 2014). Al tratarse de un individuo joven (24 años), las suturas craneanas estaban lo suficientemente abiertas como para permitir la propagación de la energía del trauma sin la generación de líneas de fractura adicionales.

El mecanismo físico del trauma perimortem observado en el cráneo indica que este fue producido por el golpe con un objeto contundente, y por ello puede clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. Con base en lo anterior, podría ponderarse la evidencia como consistente con la causa de muerte del individuo según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (*traumatismo cráneo-encefálico*). En cuanto a la ubicación, la fractura involucra el frontal y el borde anterior del parietal izquierdo del individuo B1630, por lo que es posible plantear que el trauma fue probablemente debido a violencia. Al respecto la literatura sugiere una regla para diferenciar entre traumas craneanos producto de agresiones o caídas denominada *Hat Brim Line* (circunferencia máxima del cráneo) (Wedel y Galloway, 2014). Esta regla plantea que las lesiones sobre esta línea suceden más frecuentemente debidas a agresiones, en tanto las lesiones bajo esa línea suelen deberse a caídas.

7.1.b Caídas

Las características de las fracturas en tres de los individuos analizados permiten sugerir que los traumas se produjeron por caídas.

El individuo B1721 presenta una fractura lineal en el lado izquierdo del cráneo. Biomecánicamente, las caídas desde una altura mayor a 3 metros son consideradas un evento de alta energía, y las caídas desde una altura baja (menor a 3 metros, p.e. desde escaleras, camas, sillas, rejas, entre otros) son consideradas un evento de baja energía, las cuales generalmente producen lesiones en el esqueleto axial, principalmente en el cráneo (Rowbotham et al., 2017). Entre un 70-80% de las fracturas en el cráneo producto

del impacto con un objeto de gran masa o una superficie amplia son lineales (Wedel y Galloway, 2014). El mecanismo físico del trauma perimortem observado en el cráneo habría sido producido por el golpe con un objeto de gran masa o una superficie amplia, y por ello puede clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. La falta de información respecto de su causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile impidió su contraste con las lesiones perimortem observadas.

El individuo B0896 presenta una fractura lineal en el lado derecho del cráneo y fracturas en el acetábulo derecho y avulsión del pubis derecho. El mecanismo físico del trauma perimortem en el cráneo pudo resultar por el golpe con un objeto de gran masa o una superficie amplia, y por ello puede clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. Respecto de las fracturas en el coxal derecho, la literatura indica que las caídas desde baja altura, pueden producir compresión lateral en la zona inferior de la pelvis, y que los coxales y fémures se fracturan con frecuencia (Wedel y Galloway, 2014; Rowbotham et al., 2017). Por tanto, el mecanismo físico del trauma perimortem observado en el coxal derecho habría sido producido por el golpe con un objeto de gran masa o una superficie amplia, y probablemente debido al impacto del fémur en el acetábulo; lo cual puede clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. La falta de información respecto de su causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile impidió su contraste con las lesiones perimortem observadas.

El individuo B2066 presenta traumas en el cráneo, vértebras torácicas, costillas derechas y en el primer metatarso derecho. En los huesos de la calota del cráneo se identificaron dos fracturas lineales, cuatro radiantes y dos concéntricas. Según la ley de intersección de líneas de fractura (*Puppe*), las fracturas secundarias se propagarán hasta intersectar con una línea de fractura previa donde se disipa la mayoría de su energía (Madea y Staak, 1988), aunque cuando se produce una fractura lineal en el cráneo, pueden generarse fracturas adicionales y destrucción completa del cráneo con relativamente poca energía adicional (Wedel y Galloway, 2014). Las vértebras del individuo se encontraban en proceso de fusión de las uniones neurocentrales al momento de producirse los traumas (Schaefer et al., 2009), haciendo que la energía se propagara a través de los sitios de unión, separándolos de forma parcial o completa (avulsión). Las costillas, por su parte pudieron fracturarse al recibir una fuerza desde el aspecto anterolateral. Las fracturas en las vértebras, generalmente, se relacionan con accidentes, siendo las caídas la causa más prevalente en niños entre 2 y 9 años (Bilo et al., 2010). Cabe señalar que resulta complejo establecer el mecanismo de facturas en subadultos, como en este individuo con una edad estimada de 6 años, debido a los siguientes aspectos: menor fuerza puede causar mayor daño, pero a la vez existe mayor probabilidad de disipación de la fuerza pues las suturas están abiertas, es decir que presentan menor resistencia en compresión, pero mayor resistencia en tensión.

Ponderando que las fracturas observadas son todas perimortem, y que pueden explicarse por el impacto contra un(os) objeto(s) de gran masa o una superficie amplia, pueden

clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. La falta de información respecto de su causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile impidió su contraste con las lesiones perimortem observadas.

7.1.c Accidentes de tránsito

Las características de las fracturas en ocho de los individuos analizados permiten sugerir que los traumas probablemente se produjeron por accidentes de tránsito. Este apartado reconoce que con base únicamente en la información generada a partir del análisis de material esquelético en un estudio de antropología forense no es posible ser tajante y se puede caer en un terreno especulativo. Primero se da cuenta de la evidencia en relación a los objetivos buscados y luego se entregan propuestas basadas en literatura especializada.

Debido a la gran cantidad de energía involucrada, los traumas contundentes producidos en accidentes de tránsito generalmente afectan múltiples áreas del cuerpo, pero difieren entre aquellos que afectan a peatones y a ocupantes del vehículo (Galloway y Zephro, 2005).

Peatones

En estos casos las lesiones más comunes se producen en las extremidades inferiores donde suelen observarse fracturas mariposa (Wedel y Galloway, 2014). En este tipo de traumas, denominados *bumper injuries* (Teresinski, 2005), el impacto con el parachoques suele generar fracturas en la parte superior de la tibia, que pueden ser oblicuas o mariposa. La fíbula también suele estar involucrada, y de manera secundaria el fémur el cual puede fracturarse cuando el cuerpo cae sobre el vehículo o sobre el suelo (Galloway y Zephro, 2005). El individuo B1520 presenta fracturas mariposa en el fémur y fíbula derechos. El mecanismo físico del trauma perimortem observado indica que fue producido por el golpe con un objeto contundente, y por ello puede clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. Con base en lo anterior, podría ponderarse la evidencia como consistente con la causa de muerte del individuo según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (*traumatismo pelviano y del muslo derecho*). El individuo B0097, por su parte, presenta fracturas mariposa en la tibia y fíbula derecha, y el mecanismo físico del trauma perimortem observado habría sido similar al individuo anterior. La falta de información respecto de su causa de muerte en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile impidió su contraste con las lesiones perimortem observadas.

Otro patrón de lesiones producto del atropello a peatones es conocido como *Waddell's triad*, el cual suma a las fracturas en las extremidades inferiores por el golpe con el parachoques, aquellas lesiones torácicas y abdominales debidas al impacto con el capó y lesiones en la cabeza por el golpe con el parabrisas (Groner, 2005). Lo anterior, pues en el escenario más común de un atropello, el centro de gravedad del peatón suele estar

sobre el nivel del capó del vehículo, por lo que el impacto en las piernas eleva el cuerpo sobre el capó, el parabrisas o el techo del vehículo (Galloway y Zephro, 2005).

El individuo B0012 presenta lesiones en la tibia y fíbula derechas, coxales, sacro, T4-T8, costillas derechas 4 y 8, costillas izquierdas 4-9, esternón y cráneo, las cuales son compatibles con el patrón señalado por Groner (2005). Si, efectivamente, estas lesiones se produjeron por un atropello, el impacto inicial pudo haberse producido en el aspecto posterolateral izquierdo del cuerpo, afectando la tibia y fíbula derecha, así como los coxales y el sacro que en conjunto presentan una fractura del anillo pélvico, cuya causa más común son las compresiones laterales (Wedel y Galloway, 2014). A nivel de la cadera el golpe pudo haberse producido en el aspecto posterolateral del coxal izquierdo o en el trocánter mayor del fémur, generando la fractura transversa del acetábulo izquierdo y la separación de ambos pubis (fracturas en las dos ramas iliopúbicas y las dos ramas isquiopúbicas). Es posible indicar que la fractura transversa del acetábulo izquierdo se habría producido antes que la separación de los pubis, pues el bisel de la avulsión se ve interrumpido por la fractura transversa. Al respecto, la bibliografía indica que la compresión lateral en la zona inferior del anillo pélvico puede generar una fractura en el acetábulo y si el trauma es severo se pueden producir fracturas en el sacro y en las cuatro ramas de forma bilateral (Wedel y Galloway, 2014). Posteriormente, las fracturas en las vértebras y en las costillas habrían resultado si el capó o el parabrisas del vehículo golpeó la espalda del individuo desde el aspecto posteroinferior. Finalmente, el posible impacto del parabrisas o el techo del vehículo en la nuca del individuo pudo haber generado la fractura en el occipital y en el anillo de la base del cráneo. Al respecto, la bibliografía indica que las fracturas del anillo de la base del cráneo, se producen generalmente por una hiperextensión violenta del cuello, ya sea posterior o lateral, y son vistas más comúnmente en accidentes de tránsito (Maeda et al., 1993). Cabe mencionar que el individuo presenta el atlas fusionado parcialmente con el occipital, lo cual incidió en la fractura del anillo de la base del cráneo observada. La occipitalización del atlas o fusión atlanto-occipital es una de las condiciones esqueléticas más comunes en la articulación craneocervical, la cual puede ser congénita o adquirida y se puede presentar de forma parcial o completa, siendo esta última la más común (Khamanarong et al., 2013). El mecanismo físico de los traumas perimortem observados en el individuo B0012 indica que fueron producidos por el golpe con un objeto contundente, y por ello pueden clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. Con base en lo anterior, podría ponderarse la evidencia como consistente con la causa de muerte del individuo según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (*múltiples traumatismos esqueléticos y viscerales y anemia aguda*).

El patrón *Waddell's triad* (Groner, 2005) también se observa en los individuos B0329 y B0985. El individuo B0329 presenta fracturas en la tibia derecha, tibia y fíbula izquierda, costillas izquierdas 6, 7 y 12, coxal derecho, y cráneo. Si, efectivamente, estas lesiones se produjeron por un atropello, el impacto inicial con el parachoques pudo haberse producido en el aspecto anterolateral de la pierna izquierda, afectando la tibia y fíbula, y luego, probablemente por un cambio en la posición inicial del cuerpo, afectó el aspecto

posteromedial de la pierna derecha, involucrando la tibia. Posteriormente, la propagación de la energía de forma ascendente a través del fémur pudo generar la fractura en el acetábulo, y el aspecto anterior del tórax pudo haber impactado el capó del vehículo, generando fracturas en las costillas. Finalmente, el cráneo del individuo pudo haber golpeado el parabrisas; sin embargo, debido a la ausencia del esplancocráneo, no se pueden realizar mayores interpretaciones sobre las lesiones presentes en el frontal, aunque no se descarta una probable fractura Le Fort 3 (Berryman y Symes, 1998). Las fracturas en los cóndilos occipitales como en este caso ocurren en individuos que han sufrido traumas cervicales o que han estado involucrados en accidentes de tránsito (Wedel y Galloway, 2014). El mecanismo físico de los traumas perimortem observados en el individuo B0329 indica que fueron producidos por el golpe con un objeto contundente, y por ello puede clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. La evidencia observada no es consistente con la causa de muerte del individuo según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (*estado infeccioso*).

El individuo B0985 presenta fracturas en el coxal izquierdo, húmero derecho, fémures, y tibia derecha. Si, efectivamente, estas lesiones se produjeron por un atropello, el impacto inicial se produjo en el aspecto lateral de la pierna derecha, afectando al fémur y la tibia, y luego impactando el fémur izquierdo. Si se sigue la lógica del patrón *Waddell's triad* (Groner, 2005), la fractura longitudinal observada en el coxal izquierdo, pudo deberse al impacto con el capó del vehículo. Este tipo de fractura suele producirse cuando hay una compresión lateral de la pelvis (Wedel y Galloway, 2014). Posteriormente, pudo haber ocurrido el golpe con el parabrisas que afectó al húmero derecho y al cráneo. Sin embargo, este último no pudo ser analizado debido al mal estado de conservación y el nivel de fragmentación. El mecanismo físico de los traumas perimortem observados en el individuo B0985 indica que fueron producidos por el golpe con un objeto contundente, y por ello pueden clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. Con base en lo anterior, podría ponderarse la evidencia como parcialmente consistente con la causa de muerte del individuo según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (*traumatismo cráneo-encefálico y toraco-abdominal*).

Ocupantes del vehículo

Las lesiones en accidentes de tránsito sufridas por ocupantes de vehículos generalmente afectan la cabeza y el tórax, pueden incluir los coxales y raramente involucran las extremidades inferiores (Groner, 2005). Existe, además, el patrón denominado *dashboard injuries*, que se produce cuando la rodilla impacta con el panel del vehículo, generando propagación de la fuerza por el eje de la diáfisis del fémur y empujando la cabeza femoral contra la pared posterior del acetábulo, generando fracturas femorales y pélvicas (Galloway y Zephro, 2005).

Los traumas presentes en el cráneo y en la C1 (atlas) del individuo B0065 no exhiben puntos de quiebre o impacto, sino evidencias de rupturas por compresión y tensión sugiriendo que se produjeron por mecanismos indirectos (Wedel y Galloway, 2014). La

separación de un fragmento semicircular del foramen magno generalmente acompañadas de la avulsión uni o bilateral de los cóndilos occipitales son características de las fracturas incompletas del anillo de la base del cráneo. El bisel de la fractura del anillo de la base del cráneo es externo, lo que se asocia a una fuerza ascendente que separa el cráneo de la columna (Berryman y Symes, 1998). Las fracturas diastáticas (en suturas lambdaidea izquierda, occipitomastoide izquierda; ambas cigomático-temporales) pudieron haberse producido por la misma fuerza. Las fracturas observadas en la C1 (atlas), por su parte, tienen directa relación con la lesión en la base del cráneo. Este tipo de lesiones son siempre consecuencia de un trauma severo, y ocurren más frecuentemente en accidentes de tránsito que involucran principalmente a conductores y pasajeros de los vehículos (Voigt y Sköld, 1974). La posibilidad que los traumas descritos se hallan debido a una caída de altura (Berryman y Symes, 1998) fue descartada debido a la falta de lesiones múltiples en distintos segmentos corporales (p.e. tórax, cintura pélvica, y/o miembros superior e inferior (Rowbotham et al., 2017). Si, efectivamente, estas lesiones se produjeron por un accidente de tránsito, se puede plantear que se debieron a la hiperextensión violenta del cuello en un individuo ocupante de un vehículo probablemente impactado en la parte posterior (Maeda et al., 1993). El mecanismo físico del trauma perimortem observado en el individuo B0065 indica que fue producido por un mecanismo indirecto y por avulsión, y puede clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. Con base en lo anterior, podría ponderarse la evidencia como consistente con la causa de muerte del individuo según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (*traumatismo cérvico-medular y cráneo-encefálico*).

Los traumas presentes en el cráneo, mandíbula, costillas derechas 7-11, costillas izquierdas 1-3 y 5-9, y húmero derecho del individuo B1483 también pueden ser atribuidos a un accidente de tránsito en que el individuo era ocupante del vehículo. La fractura en el aspecto posterolateral derecho del cráneo sugiere una fuerza de alta energía pues cruza el proceso mastoide (*buttress*) derecho, que corresponde a una de las zonas más resistentes del cráneo (Berryman y Symes, 1998). El impacto, por su parte, habría sido con un objeto de gran masa o de superficie amplia (Wedel y Galloway, 2014). Las fracturas en el aspecto anterior y lateral izquierdo del cráneo habrían generado la fragmentación de estas zonas, considerando que cuando se produce una fractura lineal en el cráneo, pueden generarse fracturas adicionales y destrucción completa del cráneo con relativamente poca energía adicional (Wedel y Galloway, 2014). Las fracturas transversas en ambos ángulos mandibulares, y la fractura mariposa en la sínfisis mandibular, sugieren el impacto en el aspecto inferior y un punto de tensión y falla inicial en el aspecto superior. Las características de las fracturas en las costillas (alineadas y con un patrón simétrico que involucra los tercios anteriores y posteriores), sugiere que la fuerza que las generó vino desde el aspecto posterior del tórax, coincidiendo con el impacto que provocó la fractura lineal que afectó la porción posterior derecha del cráneo. La incidencia de fracturas costales en casos de politraumatismos es de 50% y el principal mecanismo que las produce son traumas directos o compresiones en el tórax (Kissling y Hausmann, 2020). El húmero derecho, finalmente, presenta una fractura mariposa, la cual

junto con las fracturas presentes en la mandíbula permiten proponer que la fuerza que las produjo vino desde el aspecto anterior, coincidiendo, además, con el segundo impacto que provocó la fragmentación de la parte anterior y lateral izquierda del cráneo. Las fracturas mandibulares y humerales suelen producirse por agresiones o accidentes de tránsito (Wedel y Galloway, 2014). Si, efectivamente, el conjunto de lesiones observadas se produjo por un accidente de tránsito, se puede plantear que la fuerza vino tanto desde la parte posterior como anterior y por tanto de dos impactos. El primero probablemente desde la parte posterior del vehículo, el cual habría generado la fractura lineal en el cráneo y las fracturas en las costillas, y como un segundo impacto por el aspecto anterior, que pudo generar la fragmentación del aspecto anterolateral izquierdo del cráneo y la fractura en el húmero derecho. El mecanismo físico de los traumas perimortem observados en el individuo B1483 indica que fueron producidos por golpes directos, y pueden clasificarse dentro de la categoría de trauma contundente. Con base en lo anterior, podría ponderarse la evidencia como consistente con la causa de muerte del individuo según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (*traumatismos cráneo-encefálico, facial y torácico*).

7.2 Traumas Balísticos

Las características de las fracturas en dos de los individuos analizados permiten sugerir que las lesiones se produjeron por traumas balísticos. En estos dos casos (B0068 y B1190) solo se cuenta con el defecto de salida, pues el área de la lesión de entrada fue cortada como parte de la autopsia y está ausente. Al respecto, no siempre las lesiones de entrada y de salida están presentes para ser examinadas ya sea debido a una recuperación inadecuada de elementos esqueléticos desde el sitio del suceso, por actividad animal u otras alteraciones tafonómicas (Berryman y Symes, 1998).

El individuo B0068 presenta una lesión de salida en el parietal derecho, y considerando la trayectoria del proyectil, el área de la lesión de entrada habría estado en la sien izquierda. En el individuo B1190, el defecto de salida está en el parietal derecho, y el defecto de entrada habría estado en el temporal derecho. El mecanismo físico del trauma perimortem observado en estos individuos puede clasificarse dentro de la categoría de trauma balístico. Con base en lo anterior, podría ponderarse la evidencia como consistente con la causa de muerte del individuo B0068 según los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (*herida de bala cráneo-encefálica*). La falta de información respecto de la causa de muerte del individuo B1190 en los archivos del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile impidió su contraste con las lesiones perimortem observadas. En cuanto a la ubicación de los defectos de salida y por su posible trayectoria, se puede sugerir que los traumas en los individuos B0068 y B1190 remiten a suicidio como manera de muerte, en tanto la frecuencia más alta se produce en el lado derecho del cráneo (51% en Kohlmeier et al., 2001; y 41% en Blumenthal, 2007).

7.3 Limitaciones

El análisis de traumas perimortem en colecciones subactuales o modernas conlleva una serie de limitaciones que deben ser consideradas:

1) Visibilidad: Marinho (2013) analizó 22 individuos de dos colecciones portuguesas, señalando como limitaciones la mala preservación de los restos humanos; que una muerte violenta sin evidencia de lesiones esqueléticas invalida cualquier intento de reconstruir los eventos que causaron la muerte; que las características de un trauma perimortem no siempre son fáciles de interpretar; la imposibilidad de analizar los restos humanos en su contexto de descubrimiento; y la gran variabilidad en la expresión de las fracturas; que el tamaño de la muestra, al no ser lo suficientemente grande, no permite realizar mayores comparaciones. Capella et al. (2014) analizaron siete individuos de la colección de Milán, proponiendo como limitaciones el hecho que una lesión claramente visible en los tejidos blandos, no siempre es detectada a nivel esquelético; que una lesión perimortem puede ser mal identificada como postmortem debido a alteraciones tafonómicas; y que las autopsias no revelan todas las fracturas, especialmente aquellas de tamaño pequeño que solo pueden distinguirse en un análisis antropológico.

2) Representatividad: Steyn et al. (2009) analizaron traumas en una colección griega y dos sudafricanas, y planteó como principales limitaciones las diferencias etarias entre poblaciones y cuan representativa es la muestra esquelética en relación a la población. Navarro (2015) analizó siete casos de detenidos desaparecidos y uno de homicidio común en el Servicio Médico Legal de Chile, e indica como limitaciones la cantidad de material esquelético disponible para analizar; que en este tipo de análisis solo se estudia una pequeña parte de una población específica; y que los traumas se producen en una región esquelética específica, por lo que se necesita una gran cantidad de casos para obtener resultados estadísticamente significativos.

En cuanto a visibilidad, en la presente investigación las limitaciones fueron determinadas por la ausencia tanto de elementos esqueléticos como de información antemortem de algunos individuos. En tanto representatividad, la mayoría de los trabajos mencionados coinciden en la representatividad de la muestra respecto a la población (ver Wood et al., 1992). Para la presente investigación, no obstante, esta limitación no es relevante, pues no se buscó extrapolar información a la población (DeWitte y Stojanowski, 2015).

VIII. CONCLUSIÓN

Se logró la caracterización de los traumas perimortem en una muestra de la colección osteológica del Cementerio General de Santiago analizada (n= 13 individuos). De los 13 casos analizados, 11 corresponden a individuos masculinos y dos tienen estimación de sexo indeterminado. Tres individuos son subadultos (5 a 20 años), cinco individuos tienen entre 20 y 30 años y cinco individuos tienen entre 40 y 50 años. Los análisis indicaron que la estructura ósea más afectada fue el cráneo y en segundo lugar las tibias. Entre los 13

individuos analizados se identificaron 11 con traumas contundentes y dos con traumas balísticos; en tanto ninguno presentó trauma cortante (excepto por las craneotomías y costotomías realizadas en procedimientos de autopsia).

Con base en los traumas perimortem descritos y clasificados fue posible discutir las evidencias individuales como casos de estudio, que sustentados en literatura permitieron establecer mejor los posibles mecanismos de fractura, y ofrecer propuestas de posibles causas. Dicho ejercicio agrupó los traumas contundentes por una parte (n=11), y los balísticos por otra (n=2, B0068 y B1190). Entre los contundentes, además se subagruparon entre aquellos debidos probablemente a violencia (n=1, B1630), y a posibles accidentes ya sea por caídas (n=3 B0896, B1721 y B2066), o por accidentes de tránsito (n=7). De estos últimos; cinco se proponen como peatones (B0097, B1520, B0012, B0329 y B0985) y los otros dos como ocupantes del vehículo (B0065 y B1483).

La presente investigación permitió la identificación de huesos con fracturas no mencionados o considerados en las causas de muerte (húmero derecho en el individuo B1483; húmero derecho, fémures, y tibia derecha en el individuo B0985; y fíbula derecha en el individuo B1520). De esta forma, el presente trabajo contribuye a una mejor caracterización de sus traumas perimortem, y en las posibilidades del material en aspectos de docencia en la Universidad de Chile.

Se pudo hacer el contraste entre las lesiones perimortem observadas con los registros de causas de muerte disponibles para ocho individuos. Para cinco se estableció consistencia, en otro no hubo consistencia, y en otros dos la consistencia fue parcial. Cabe indicar, como conclusión, que no necesariamente habrá coherencia entre el certificado de muerte del patólogo y lo evidenciado en un análisis de antropología forense, siendo un problema el término *perimortem*. Para los patólogos, perimortem representa el momento mismo de la muerte en que se produce el cese de la vida somática, mientras para los antropólogos significa que un trauma se produjo mientras el hueso seguía húmedo y conservaba sus propiedades viscoelásticas (Symes et al., 2012). Etimológicamente, perimortem significa “alrededor del momento de la muerte”, y por lo tanto puede ser poco antes o poco después de la muerte. El hecho que una fractura muestre características perimortem no implica necesariamente que haya estado relacionada con el período cercano a la muerte. Una fractura perimortem puede estar relacionada al período antemortem (días o incluso semanas antes de la muerte) cuando todavía no se pueden percibir signos macroscópicos de remodelación, o al período postmortem (meses o años después de la muerte) cuando la descomposición aún no ha causado la pérdida de los componentes orgánicos que entregan elasticidad al hueso (Cattaneo y Cappella, 2017). Lo que se busca en Antropología Forense y es hacia lo que está orientado esta memoria es establecer el mecanismo físico de las lesiones, pues si la muerte es consecuencia de un trauma cabe preguntarse cuál es el mecanismo físico de la producción de la misma. Al respecto, médicos y patólogos utilizan inadecuadamente como causa de muerte lo que realmente son mecanismos. Por lo indicado se sustenta el desarrollar análisis de antropología forense enfocados a caracterizar traumas perimortem en muestras de colecciones.

La antropología forense, en particular el análisis de trauma esquelético, se ha desarrollado gracias a investigaciones de casos de estudio llevados a cabo en las últimas décadas. En ese sentido, esta memoria aporta con 13 casos de estudio que pueden servir para ampliar el conocimiento sobre traumas perimortem y ser utilizados como material de referencia. Debido a la temporalidad de la colección Cementerio General de Santiago, compuesta por individuos que fallecieron entre los años 1950 y 1974, los resultados del presente trabajo pueden ser utilizado para su comparación con colecciones subactuales similares. Sería relevante que en el futuro otros trabajos puedan analizar individuos con traumas perimortem de la colección, incluyendo además otras técnicas (p.e. imagenológicas, histológicas o químicas). Por otra parte, sería interesante probar mediante análisis experimentales patrones de trauma propuestos para el cráneo (Ribeiro et al., 2020), costillas (Scheirs et al., 2018a; Kissling y Hausmann, 2020) y huesos largos (Scheirs et al., 2016; Scheirs et al., 2018b).

Entre las dificultades encontradas al llevar a cabo la presente investigación cabe mencionar la ausencia de huesos o porciones de hueso, así como las alteraciones de aquellos intervenidos en procedimientos de autopsia (p.e. la zona fue cortada durante la autopsia en los dos casos de traumas balísticos). Al respecto, la participación permanente de un profesional de la antropología física en los procedimientos de autopsia podría no solo complementar los análisis de patología sino también velar por la correcta manipulación y conservación del material esquelético. En cuanto al registro de datos antemortem y causas de muerte de los individuos, la falta de información para cinco de los 13 casos analizados no permitió realizar un contraste con los traumas presentes en esos individuos.

Se sugiere también abordar de manera específica tres temáticas respecto del trauma en la colección Cementerio General de Santiago. La primera es respecto del maltrato infantil tanto por su importancia social como forense. Los signos esqueléticos de maltrato infantil que suelen encontrarse son la formación de parches periósticos, evidencias de múltiples traumas antemortem en diferentes estados de remodelación e interrupción en el crecimiento (Walker et al., 1997). De especial relevancia en este análisis es la consideración del cráneo, y las costillas de niños menores a 3 años (Bilo et al., 2010). La segunda es respecto de accidentes de tránsito. En la Región Metropolitana, cada año fallecen más de 8.200 personas por causas accidentales (Nalegach, 2004). Dentro de éstas, la más frecuente corresponde a accidentes de tránsito, generando más de 2 mil muertes al año (Medina y Kaempffer, 2007). La mitad de los accidentes de tránsito ocurridos en Chile corresponde a peatones atropellados (Medina y Kaempffer, 2007). La tercera es sobre suicidios por traumas balísticos. El suicidio es un fenómeno universal y aproximadamente el 1% de la población general lo comete por distintos medios (Avis, 1994). La literatura disponible se enfoca principalmente en datos demográficos, los que coinciden en que la mayoría de los casos de suicidio corresponden a individuos masculinos (95% en Avis, 1994; 83% en Kohlmeier et al., 2001; y 82% en Blumenthal, 2007), Específicamente en Chile, entre las causas de muerte no naturales, el suicidio es la segunda causa de muerte, superada solo por los accidentes de tránsito (Vidal et al.,

2021), la proporción de suicidios es cinco veces más alta en hombres que en mujeres, hay una mayor tasa de suicidios en la Región Metropolitana que en regiones, con un 13% debido al uso de armas de fuego (Retamal et al., 1995).

IX. BIBLIOGRAFÍA

Abarca, V. (2011). *Efectos de la nutrición sobre el Dimorfismo Sexual expresado en la Estatura (SSD) de una muestra de población chilena Subactual*. Memoria de Título. Universidad de Chile, Chile.

Avis, S. (1994). Suicidal gunshot wounds. *Forensic Science International*, 67: 41-47.

Baraybar, J. P., Cardoza, C. R. y Parodi, V. (2008). Torture and Extrajudicial Execution in the Peruvian Highlands. Forensic Investigation in a Military Base. En: Kimmerle, E. y Baraybar, J. P. *Skeletal Trauma. Identification of injuries resulting from human rights abuse and armed conflict*. Florida, CRC Press, pp. 255-261.

Berger, J., Pokines, J. y Moore, T. (2018). Analysis of Class Characteristics of Reciprocating Saws. *Journal of Forensic Sciences*. 63 (6): 1661-1672.

Berryman, H. y Symes, S. (1998). Recognizing gunshot and blunt cranial trauma through fracture interpretation. En: Reichs, K. (ed.) *Forensic osteology: advances in the identification of human remains*. 2ª edición, Springfield: Charles C. Thomas, pp. 333-352.

Bilo, R., Robben, S. y van Rijn, R. (2010). *Forensic Aspects of Pediatric Fractures: Differentiating Accidental Trauma from Child Abuse*. Berlín, Springer.

Blumenthal, R. (2007). Suicidal Gunshot Wounds to the Head: A Retrospective Review of 406 Cases. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 24 (8): 288–291.

Bracq, A., Delille, R., Maréchal, C., Bourel, B., Roth, S. y Mauzac, O. (2019). Rib fractures prediction method for kinetic energy projectile impact: from blunt ballistic experiments on SEBS gel to impact modeling on a human torso FE model. *Forensic Science International*, 297: 177-183.

Cáceres, I. (2004). Antropología Forense en Chile. *Actas V Congreso Chileno de Antropología*, pp. 940-945.

Campanacho, V. y Garcia, S. (2021). Analysis of perimortem trauma in hanged individuals from the Lisbon Identified Skeletal Collection. *Legal Medicine*. Doi: 10.1016/j.legalmed.2021.101952.

Cappella, A., Castoldi, E., Sforza, C. y Cattaneo, C. (2014). An osteological revisitación of autopsies: Comparing anthropological findings on exhumed skeletons to their respective autopsy reports in seven cases. *Forensic Science International*, 244: 315.e1-315.e10.

Carew, R., French, J. y Morgan, R. (2021). Suitability of 3D printing cranial trauma: prospective novel applications and limitations of 3D replicas. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.fsir.2021.100218.

Carr, D. J., Stevenson, T. y Mahoney, P. F. (2018). The use of gelatine in wounds ballistics research. *International Journal of Legal Medicine*, 132: 1659-1664.

Cattaneo, C. y Cappella, A. (2017). Distinguishing between Peri- and Post-Mortem Trauma on Bone. En: Schotsmans, E., Márquez-Grant, N. y Forbes, S. (eds.) *Taphonomy of Human Remains. Forensic Analysis of the Dead and the Depositional Environment*. Wiley, Université de Bordeaux, pp. 352-368.

Chacón, S., Peccerelli, F., Diez, L. P., Rivera, C. y Jacinto, C. (2008). Disappearance, Torture and Murder of Nine Individuals in a Community of Nebaj, Guatemala. En: Kimmerle, E. y Baraybar, J. P. *Skeletal Trauma. Identification of injuries resulting from human rights abuse and armed conflict*. Florida, CRC Press, pp. 300-313.

Christensen, A., Passalacqua, N. y Bartelink, E. (2014). *Forensic Anthropology. Current Methods and Practice*. San Diego, Academic Press.

Costa-Junqueira, M. A., Alves, W., de Barros, A. M. y Bartolomucci, R. (1998). Trauma y estrés en poblaciones prehistóricas de San Pedro de Atacama, Norte de Chile. *Chungará*, 30 (1): 65-74.

Costa-Junqueira, M. A., Cocilovo, J. A. y Quevedo, S. (2000). Patologías óseas, traumas y otros atributos en el grupo arcaico del Morro de Arica, Norte de Chile. *Chungará*, 32 (1): 79-83.

Cunha, E. (2008). Contribución para el conocimiento del desarrollo actual de la Antropología Forense en Portugal. *Cuadernos de Medicina Forense*, 14 (53-54): 201-211.

Cunha, E. y Pinheiro, J. (2016). Antemortem Trauma. En: Ubelaker, D. y Blau, S. (eds.). *Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology*. New York, Taylor & Francis, pp. 322-345.

De Bakker, H., Oltshoorn, P., Soerdjbalie-Makoe, V. y de Bakker, B. (2020). The most accurate post-mortem radiological imaging method to evaluate suspected neck violence. En: de Bakker, H. *Forensic radiology in the Netherlands: Results of a symbiotic collaboration in the pathological-radiological field*. University of Amsterdam. Países Bajos. pp. 151-165.

Dempsey, N., Bassed, R. y Blau, S. (2021). The issues and complexities of establishing methodologies to differentiate between vertical and horizontal impact mechanisms in the analysis of skeletal trauma: An introductory femoral test. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2021.110785.

DeWitte, S. y Stojanowski, C. (2015). The Osteological Paradox 20 Years Later: Past Perspectives, Future Directions. *Journal of Archaeological Research*, 23: 397–450.

Dirkmaat, D., Cabo, L., Ousley, S. y Symes, S. (2008). New Perspectives in Forensic Anthropology. *Yearbook of Physical Anthropology*, 51: 33-52.

Dudás, E., Stier, M. y Czidor, D. (2021). Forensic investigation of war graves from WWI and WWII in Hungary. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2021.110688.

Edwards, J. y Rogers, T. (2017). The Accuracy and Applicability of 3D Modeling and Printing Blunt Force Cranial Injuries. *Journal of Forensic Sciences*, 63 (3): 683-691.

Etxeberria, F., Herrasti, L., Jiménez, J. y Ortiz, J. (2005). *Informe relativo a la exhumación llevada a cabo en Barranco de Valladar (Vadocones, Burgos) con el fin de recuperar los restos humanos pertenecientes a cinco personas ejecutadas en la Guerra Civil*. Sociedad de Ciencias Aranzadi, Universidad del País Vasco.

Flieger, A., Kölzer, S., Plenzig, S., Heinbuch, S., Kettner, M., Ramsthaler, F. y Verhoff, M. (2016). Bony injuries in homicide cases (1994-2014). A retrospective study. *International Journal of Legal Medicine*, 130: 1401-1408.

Franceschetti, L., Mazzucchi, A., Magli, F., Collini, F., Gaudio, D. y Cattaneo, C. (2021). Are cranial peri-mortem fractures identifiable in cremated remains? A study on 38 known cases. *Legal Medicine*. Doi: 10.1016/j.legalmed.2021.101850.

Galloway, A. y Zephro, L. (2005). Skeletal Trauma Analysis of the Lower Extremity. En: Rich, J., Dean, D. y Powers, R (eds.) *Forensic Medicine of the Lower Extremity: Human Identification and Trauma Analysis of the Thigh, Leg and Foot*. New Jersey, Humana Press.

Galtés, I. y Scheirs, S. (2019). Differentiation between perimortem trauma and heat-induced damage: the use of perimortem traits on burnt long bones. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. Doi: 10.1007/s12024-019-00118-1.

García-Rubio, A., Marí, J., Graziani, G., Cardona, F., Sureda, P., Moreno, S. y Márquez-Grant, N. (2020). Search for Spanish Civil War Victims in the Cemetery of Sant Ferran, Formentera (Spain): Oral Witness Testimonies, Secondary Deposition Site, and

Perimortem Trauma. En: Garvin, H. y Langley, N. (eds.) *Case Studies in Forensic Anthropology: bonified skeletons*. Florida, CRC Press. pp. 233-243.

González-Garrido, L., Gómez-González, S., Serralvo-González, M., Ferreira, M. T. y Wasterlain, S. (2019). Interpretación de un trauma perimortem en un soldado republicano de la Guerra Civil española exhumado en una fosa común del Cementerio de Canseco (Provincia de León, España). *XX Congreso Nacional de Arqueología de Argentina*, pp. 1-3.

Groner, J. (2005). Injuries to Children: A Surgeon's Perspective. En: Rich, J., Dean, D. y Powers, R (eds.) *Forensic Medicine of the Lower Extremity: Human Identification and Trauma Analysis of the Thigh, Leg and Foot*. New Jersey, Humana Press.

Herrasti, L., Márquez-Grant, N. y Etxeberria, F. (2021). Spanish Civil War: The recovery and identification of combatants. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2021.110706.

Isa, M., Fenton, T., Deland, T. y Haut, R. (2018). Assessing Impact Direction in 3-point Bending of Human Femora: Incomplete Butterfly Fractures and Fracture Surfaces. *Journal of Forensic Sciences*, 63: 38-46.

Iscan, M. y Steyn, M (eds.) (2013). *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. Tercera edición. Springfield, Charles C. Thomas.

Jaiyeoba-Ojigbo, J., Odokuma, E. y Umukoro, J. (2021). *Bangladesh Journal of Medical Science*, 20(1): 50-57.

Jensen, K. y Cáceres, I. (1995). El peritaje antropológico forense en relación con la problemática de los detenidos desaparecidos y los ejecutados políticos. La experiencia del Grupo Chileno de Antropología Forense. *Actas II Congreso Chileno de Antropología*, pp. 137-141.

Khamanarong, K., Woraputtaporn, W., Ratanasuwan, S., Namking, M., Chaijaroonkhanarak, W. y Sae-Jung, S. (2013). Occipitalization of the atlas: Its incidence and clinical implications. *Acta Medica Academica*, 42 (1): 41-45.

Kimmerle, E. y Baraybar, J. P. (2008). Differential Diagnosis of Skeletal Injuries. En: Kimmerle, E. y Baraybar, J. P. *Skeletal Trauma. Identification of injuries resulting from human rights abuse and armed conflict*. Florida, CRC Press. pp. 21-86.

Kissling, S. y Hausmann, R. (2020). Morphology of direct and indirect rib fractures. *International Journal of Legal Medicine*. Doi: 10.1007/s00414-020-02428-4.

Kohlmeier, R., McMahan, C. y DiMaio, V. (2001). Suicide by Firearms: A 15-year Experience. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 22 (4): 337-340.

Komo, L. y Grassberger, M. (2018). Experimental sharp force injuries to ribs: Multimodal morphological and geometric morphometric analyses using micro-CT, macro photography and SEM. *Forensic Science International*, 288: 189-200.

Kranioti, E. (2015). Forensic investigation of cranial injuries due to blunt force trauma: current best practice. *Research and Reports in Forensic Medical Science*, 5: 25–37.

L'Abbé, E., Symes, S., Raymond, D. y Ubelaker, D. (2019). The Rorschach Butterfly, understanding bone biomechanics prior to using nomenclatura in bone trauma interpretations. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2019.04.005.

Lemp, C., Rodríguez, M., Retamal, R. y Aspillaga, E. (2008). Arqueología del depósito: manejo integral de las colecciones bioantropológicas en el Departamento de Antropología de la Universidad de Chile. *Conserva*, 12: 69-96.

Lopes, L., Teixeira, S., Rossi, A., Daruge, E., Bevilacqua, F. y Rodrigues, A. (2018). Computational simulation of projectile injuries to human parietal bone using finite element analysis. *Australian Journal of Forensic Sciences*. Doi: 10.1080/00450618.2017.1416173.

Lovell, N. (1997). Trauma Analysis in Paleopathology. *Yearbook of Physical Anthropology*, 40: 139-170.

Macoveciuc, I., Márquez-Grant, N., Horsfall, I. y Zioupos, P. (2017). Sharp and blunt force trauma concealment by thermal alteration in homicides: an in-vitro experiment for methodology and protocol development in forensic anthropological analysis of burnt bones. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2017.03.014.

Madea, B. y Staak, M. (1988). Determination of the sequence of gunshot wounds of the skull. *Journal of the Forensic Science Society*, 28: 321-328.

Maeda, H., Higuchi, T., Imura, M. y Noguchi, K. (1993) 3. Ring Fracture of the Base of the Skull and Atlanto occipital Avulsion due to Anteroflexion on Motorcycle Riders in a Head on Collision. *Accident Medicine, Science and Law*, 33 (3): 266-269.

Malgosa, A., Armentano, N., Galtés, I., Jordana, X., Subirana, M., Gassiot, E., Luna, M., Lalueza, C. y Solé, Q. (2010). La antropología forense al servicio de la justicia y la historia: las fosas de la Guerra Civil. *Cuadernos de Medicina Forense*, 16 (1-2): 65-79.

Mansegosa, D., Giannotti, P., Marchiori, J., Jofré, F., Aballay, F. y Fernández, C. (2020). The story of a Homicide: the location, exhumation, and multidisciplinary analysis of a clandestine burial. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.fsir.2020.100165.

Marinho, L. (2013). *Perimortem Blunt Force Trauma Analysis. On the reconstruction of the circumstances of death of human skeletal remains*. Tesis de Magíster, Universidad de Coimbra, Portugal.

Marinho, L. y Cardoso, H. (2016). Comparing Known and Reconstructed Circumstances of Death Involving a Blunt Force Trauma Mechanism through a Retrospective Analysis of 21 Skeletonized Individuals. *Journal of Forensic Sciences*, 61 (6): 1416-1430.

Marks, F. (2019). *Computed Tomography as a supplement for analyzing antemortem and perimortem blunt force cranial trauma*. Tesis de Magíster. George Mason University, Estados Unidos.

Martrille, L. y Symes, S. (2019). Interpretation of long bones ballistic trauma. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2019.109890.

Mata, P., Márquez-Grant, N., Villoria, C., Muñoz, A., Pérez, I. y Benito, M. (2020). Through fire and flames: post-burning survival and detection of dismemberment-related toolmarks in cremated cadavers. *International Journal of Legal Medicine*. Doi: 10.1007/s00414-020-02447-1.

Mata, P., Benito, M., Villoria, C., Muñoz, A., Pérez, I. y Márquez-Grant, N. (2021). Cut or burnt? – Categorizing morphological characteristics of heat-induced fractures and sharp force trauma. *Legal Medicine*. Doi: 10.1016/j.legalmed.2021.101868.

McCardle, P. y Stojanovski, E. (2018). Identifying Differences Between Cut Marks Made on Bone by Machete and Katana: A Pilot Study. *Journal of Forensic Sciences*. Doi: 10.1111/1556-4029.13754.

McKinley, J. (2004). Compiling a skeletal inventory: disarticulated and co-mingled remains. En: Brickley, M. y McKinley, J. (eds.) *Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. IFA Paper N° 7, BBAO/Institute of Field Archaeologists, pp. 14-17.

Medina, E. y Kaempffer, A. (2007). Consideraciones epidemiológicas sobre los traumatismos en Chile. *Revista Chilena de Cirugía*, 59 (3): 175-184.

Mittal, P. y Sharma, B. (2021). Bricks shedding blood in the darkness of night: story of a mortal homicide uncovered at autopsy (Skeleton keys to homicide). *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 22(2): 1-9.

Mota, A., Klug, W., Ortiz, M. y Pandolfi, A. (2003). Finite-element simulation of firearm injury to the human cranium. *Computational Mechanics*, 31: 115-121.

Muñoz-Encinar, L. (2020). From the Exhumation of Bodies to Historical Knowledge: An Analysis of Francoist Repression in Southwest Spain. *Journal of Contemporary Archaeology*. Doi: 10.1558/jca.41484.

Nalegach, M. (2004). Magnitud y epidemiología de los traumas y accidentes en Chile. *Medwave*. Doi: 10.5867/medwave.2004.11.1945.

Navarro, S. (2015). *Violent death. A forensic interpretation of perimortem injuries on human skeletal remains from modern and archaeological cases. Understanding human behaviour in violent encounters*. Memoria de Título. Uppsala University, Suecia.

Nogueira, L., Alunni, V., Bernardi, C. y Quatrehomme, G. (2018). Saw marks in bones: a study of “secondary features” of false start lesions. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2018.06.023.

Norman, D., Baier, W., Watson, D., Burnett, B., Painter, M. y Williams, M. (2018). Micro-CT for saw mark analysis on human bone. *Forensic Science International*, 293: 91-100.

Obertová, Z., Leipner, A., Messina, C., Vanzulli, A., Fliss, B., Cattaneo, C. y Sconfienza, L. (2019). Postmortem imaging of perimortem skeletal trauma. *Forensic Science International*, 302: 1-11.

Oetelaar, G., Heng, H., Lim, C., Cox, A. y Weng, H. (2020). Differentiation of Antemortem and Postmortem Appendicular Fractures Using Magnetic Resonance Imaging Signal Intensity Changes in Bone and Soft Tissues. *Journal of Forensic Sciences*. Doi: 10.1111/1556-4029.14475.

Owens, L. (2021). Timoteo Mendieta Alcalá and the Pact of Forgetting: trauma analysis of execution victims from a Spanish Civil War mass burial site at Guadalajara, Castilla la Mancha. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.fsisyn.2021.100156.

Pacheco, A. (2010). *Bioarqueología del conflicto: Lesiones esqueléticas en la Colección Pica 8 y su relación con situaciones de violencia interpersonal durante el Período Intermedio Tardío (Región de Tarapacá, Chile)*. Memoria de Título. Universidad de Chile, Chile.

Pacheco, A. (2011). *Manual de Registro Bioantropológico*. © Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas. Santiago, Chile.

Pacheco, A. y Retamal, R. (2014). Violencia y conflicto en el intermedio tardío tarapaqueño de Chile, reflexiones a partir de indicadores osteológicos y arqueológicos. En: López, J. y Berón, M. (eds.) *Indicadores Arqueológicos de Violencia, Guerra y Conflicto en Sudamérica*. Comisión Sectorial de Investigación Científica. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, pp. 155-176.

Pacheco, A. y Retamal, R. (2015). Avoiding War in Tarapacá (Northern Chile) During the Andean Late Intermediate Period (AD 1000-1450). *International Journal of Osteoarchaeology*, número especial, pp. 1-10.

Pacheco, A., Retamal, R. y Mendez-Quiros, P. (2016). Violence in Northern Chile during the late intermediate period (AD 1000-1450) revisited utilizing three archaeological indicators. En: Vila, A. y García, A. (eds.) *Beyond the War: Archaeological Approaches to Violence*. Cambridge, Cambridge Scholars Publishing, pp. 23–47.

Pachón, J. (2008). A Case of Blast Injury from Colombia. En: Kimmerle, E. y Baraybar, J. P. *Skeletal Trauma. Identification of injuries resulting from human rights abuse and armed conflict*. Florida, CRC Press, pp. 124-127.

Padilla, E. y Reveco, I. (2004). Memorias del Grupo de Antropología Forense y su Aporte al Campo de los Derechos Humanos en Chile. *Actas V Congreso Chileno de Antropología*, pp. 1100-1108.

Pham, A. (2021). *Experimentally induced rib fractures using euthanized burmese pythons (Python bivittatus kuhl): A comparison of compression impacts to inform pediatric rib fractures in humans*. Tesis de Magíster. Florida Gulf Coast University, Estados Unidos.

Quiñones, E. y Herrera, M. J. (2018). Evidencia de muerte violenta en un cráneo prehispánico de Tarapacá 40 (Chile). *Revista Española de Antropología Física*, 39: 47-54.

Ravanel, L. y Macchiavello, R. (2020). Deaths in urban fires during the “State of Emergency” in Chile: Do they have a normal pattern? *Medicine and Law*, 39: 5-16.

Reichs, K. (1998). Postmortem dismemberment: recovery, analysis and interpretation. En: Reichs, K. (ed.) *Forensic osteology: advances in the identification of human remains*. 2ª edición, Springfield: Charles C. Thomas, pp. 353-388.

Retamal, P., Reszczyński, C., Orio, M., Ojeda, I. y Medina, P. (1995). Aspectos generales del suicidio en Chile. *Boletín del Hospital de San Juan de Dios*, 42 (1): 29-40.

Ribeiro, P., Jordana, X., Scheirs, S., Ortega-Sánchez, M., Rodríguez-Baeza, A., McGlynn, H. y Galtés, I. (2020). Distinction between perimortem and postmortem fractures in human cranial bone. *International Journal of Legal Medicine*. Doi: 10.1007/s00414-020-02356-3.

Rowbotham, S., Blau, S., Hislop-Jambrich, J. y Francis, V. (2017). Skeletal Trauma Resulting From Fatal Low (≤ 3 m) Free Falls: An Analysis of Fracture Patterns and Morphologies. *Journal of Forensic Sciences*, 63 (4): 1010-1020.

Rowbotham, S., Blumenthal, R., Delabarde, T., Legrand, L., van der Walt, E., Sutherland, T., Lockhat, Z. y Arthurs, O. (2021). An evaluation of the differences in paediatric skeletal trauma between fatal simple short falls and physical abuse blunt impact loads: An international multicentre pilot study. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2021.110788.

Ruchonnet, A., Diehl, M., Tang, Y. y Kranioti, E. (2019). Cranial blunt force trauma in relation to the victim's position: An experimental study using *polyurethane bone spheres*. *Forensic Science International*, 301: 350-357.

Salles, M., de Souza, A., Possante, C., Durao, C., Cunha, E. y Daruge, E. (2020). Retrospective analysis of forensic anthropology cases investigated by the Legal Medicine Institute of Rio de Janeiro State, Brazil. *Brazilian Journal of Forensic Anthropology and Legal Medicine*, 1: 44-57.

Sauer, N. J. (1998). The timing of injuries and manner of death: distinguishing among antemortem, perimortem and postmortem trauma. En: Reichs, K. (ed.) *Forensic osteology: advances in the identification of human remains*. 2ª edición, Springfield: Charles C. Thomas, pp. 321-332.

Schaefer, M., Black, S. y Scheuer, L. (2009). *Juvenile Osteology: A Laboratory and Field Manual*. Elsevier, Academic Press.

Scheirs, S., Malgosa, A., Sanchez-Molina, D., Ortega-Sánchez, M., Velázquez-Ameijide, J., Arregui-Dalmases, C., Medallo-Muñiz, J. y Galtés, I. (2016). New insights in the analysis of blunt force trauma in human bones. Preliminary results. *International Journal of Legal Medicine*, 131(3): 867-875.

Scheirs, S., Langenhorst, W., Malgosa, A., Ortega-Sánchez, M., McGlynn, H., Santos, C., Jordana, X., Rodriguez-Baeza, A. y Galtés, I. (2018a). Perimortem fracture pattern in ribs by blunt force trauma. *International Journal of Legal Medicine*. Doi: 10.1007/s00414-018-1806-8.

Scheirs, S., Hevink, B., Ortega-Sánchez, M., Jordana, X., McGlynn, H., Rodriguez-Baeza, A., Malgosa, A. y Galtés, I. (2018b). *Intra vitam* trauma pattern: changing the paradigm of forensic anthropology? *International Journal of Legal Medicine*, 133 (2): 661-668.

Scheirs, S. (2019). *An experimental approach to define a new perimortem blunt force trauma bone pattern presented in a human model*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, España.

Scheirs, S., Cos, M., McGlynn, H., Ortega-Sánchez, M., Malgosa, A. y Galtés, I. (2020). Visualization and documentation of perimortem traits in long bone fractures using computed tomography. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 16: 281-286.

Scianó, F., Bramanti, B., Manzon, V. y Gualdi-Russo, E. (2019). An investigative strategy for assessment of injuries in forensic anthropology. *Legal Medicine*. Doi: 10.1016/j.legalmed.2019.101632.

Servicio Médico Legal (2019). *Informe de Gestión N° 4*. Política de Derechos Humanos del Servicio Médico Legal, Unidad de Derechos Humanos.

Sevillano, L. (2020). *Antropología de la Guerra Civil española en Cataluña. Estudio de la exhumación de fosas e identificación de víctimas desde 1999 a 2020*. Tesis de Pregrado. Universitat Pompeu Fabra, España.

Smith, B. (1991). Standards of human tooth formation and dental age assessment. En: Kelley, M. y Larsen, C. (eds.) *Advances in dental anthropology*. New York, Wiley-Liss, pp. 143-168.

Snow, C., Baraybar, J. P. y Spierer, H. (2008). Firefight in Lima: Wounded/Killed Ratio Analysis of MRTA Casualties in the 1997 Hostage Rescue Operation at the Japanese Embassy. En: Kimmerle, E. y Baraybar, J. P. *Skeletal Trauma. Identification of injuries resulting from human rights abuse and armed conflict*. Florida, CRC Press, pp. 14-19.

Sorg, M. (2019). Differentiating trauma from taphonomic alterations. *Forensic Science International*. Doi: 10.1016/j.forsciint.2019.109893.

Spies, A., Steyn, M., Bussy, E. y Brits, D. (2020). Forensic imaging: The sensitivities of various imaging modalities in detecting skeletal trauma in simulated cases of child abuse using a pig model. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. Doi: 10.1016/j.jflm.2020.102034.

Standen, V. y Arriaza, B. (2000). Traumas in the Preceramic Coastal Populations of Northern Chile: Violence or Occupational Hazards? *American Journal of Physical Anthropology*, 112: 239-249.

Standen, V., Arriaza, B., Romero, Á. y Santoro, C. (2009). Violencia letal y conflictos intergrupales en el Formativo del Valle de Azapa, Norte de Chile. *Andes*, 7: 111-125.

Standen, V., Arriaza, B., Santoro, C., Romero, Á. y Rothhammer, F. (2010). Perimortem Trauma in the Atacama Desert and Social Violence During the Late Formative Period (2500-1700 Years BP). *International Journal of Osteoarchaeology*, 20: 693-707.

Standen, V., Santoro, C., Arriaza, B., Coleman, D., Monsalve, S. y Marquet, P. (2020). Violence in hunters, fishermen, and gatherers of the Chinchorro culture: Archaic societies of the Atacama Desert (10,000-4,000 cal yr BP). *American Journal of Physical Anthropology*, 1-19.

Standen, V., Santoro, C., Arriaza, B., Verano, J., Monsalve, S., Coleman, D., Valenzuela, D. y Marquet, P. (2021). Violence among the first horticulturist in the atacama desert (1000 BCE-600CE). *Journal of Anthropological Archaeology*. Doi: 10.1016/j.jaa.2021.101324.

Stefan, V. (2014). The determination of homicide vs. suicide in gunshot wounds. En: Martin, D. y Anderson, C. (eds.). *Bioarchaeological and Forensic Perspective on Violence: How Violent Death is Interpreted from Skeletal Remains*. Cambridge University Press, pp. 51-62.

Steyn, M., Iscan, M., De Kock, M., Kranioti, E., Michalodimitrakis, M. y L'abbe, E. (2009). Analysis of Ante Mortem Trauma in Three Modern Skeletal Populations. *International Journal of Osteoarchaeology*, 20: 561-571.

Steyn, M., Bacci, N. y Holland, S. (2020). Patterning of fractures in a case of intimate partner homicide (IPH). *Journal of Forensic Sciences*. Doi: 10.1111/1556-4029.14619.

Sykes, J. (2020). *A Multidisciplinary Approach to Trauma Analysis in Cases of Child Fatality*. Tesis de Magíster. University of South Florida, Estados Unidos.

Symes, S., L'abbé, E., Chapman, E., Wolff, I. y Dirkmaat, D. (2012). Interpreting Traumatic Injury to Bone in Medicolegal Investigations. En: Dirkmaat, D. (ed.) *A Companion to Forensic Anthropology*. Blackwell, pp. 340-389.

Szleszkowski, L., Thannhäuser, A., Szwagrzyk, K., Kuliczkowski, M. y Jurek, T. (2020). Blast injuries found on the exhumed remains of Polish postwar partisans killed by the Polish security service in 1946. *Legal Medicine*. Doi: 10.1016/j.legalmed.2019.101659.

Taylor, S. y Kranioti, E. (2018). Cranial trauma in handgun executions: Experimental data using polyurethane proxies. *Forensic Science International*, 282: 157-167.

Teresinski, G. (2005). Injuries of the Thigh, Knee, and Ankle as Reconstructive Factors in Road Traffic Accidents. En: Rich, J., Dean, D. y Powers, R (eds.) *Forensic Medicine of the Lower Extremity: Human Identification and Trauma Analysis of the Thigh, Leg and Foot*. New Jersey, Humana Press.

Torres-Rouff, C. (2011). Hiding Inequality Beneath Prosperity: Patterns of Cranial Injury in Middle Period San Pedro de Atacama, Northern Chile. *American Journal of Physical Anthropology*, 146: 28-37.

Ubelaker, D. (1979). *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis and Interpretation*. Washington, DC: Smithsonian.

Ubelaker, D. (2006). Introduction to Forensic Anthropology. En: Schmitt, A., Cunha, E. y Pinheiro, J. (eds.) *Forensic Anthropology and Medicine: Complementary Sciences From Recovery to Cause of Death*. Totowa, New Jersey, Humana Press, pp. 3-12.

Ubelaker, D., Cordero, Q., Wu, Y. y Linton, N. (2020). Anthropological analysis of trauma in throat bone and cartilage: A review. *Forensic Science International*, 2: 224-229.

Vachirawongsakorn, V., Painter, J. y Marquez-Grant, N. (2021). Knife cut marks inflicted by different blade types and the changes induced by heat: a dimensional and morphological study. *International Journal of Legal Medicine*. Doi: 10.1007/s00414-021-02726-5.

Vadysinghe, A., Gayathree, T., Madarasinghe, D. y Siddique, M. (2018). Basal Skull Fracture of Non-Traumatic Origin: A Case Report. *Sri Lanka Journal of Forensic Medicine, Science and Law*, 9(2): 17-24

Vidal, C., Faunes, C., Toro, C., Ruiz-Tagle, C. y Hoffmeister, L. (2021). Cambios en la tendencia de mortalidad por suicidio en Chile, 1997-2018. *Salud Colectiva*. Doi: 10.18294/sc.2021.3363.

Viero, A., Biehler-Gomez, L., Cappella, A., Messina, C., Montisci, M. y Cattaneo, C. (2021). The potential of micro-CT for dating post-cranial bone fractures: a macroscopic, radiographic and microtomography study of fractures of known post-traumatic ages. *International Journal of Legal Medicine*. Doi: 10.1007/s00414-021-02582-3.

Voigt, G. y Sköld, G. (1974). Ring fractures of the base of the skull. *The Journal of Trauma*, 14 (6): 494-505.

Walker, P., Collins, D. y Lambert, P. (1997). Skeletal Evidence for Child Abuse: A Physical Anthropological Perspective. *Journal of Forensic Sciences*, 42 (2): 196-207.

Wedel, V. y Galloway, A. (2014). *Broken bones: Anthropological Analysis of Blunt Force Trauma*. Springfield, Charles C Thomas.

Wheatley, B. (2008). Perimortem or Postmortem Bone Fractures? An Experimental Study of Fracture Patterns in Deer Femora. *Journal of Forensic Sciences*, 53(1): 69-72.

Wood, J., Milner, G., Harpending, H. y Weiss, K. (1992). The Osteological Paradox: Problems of Inferring Prehistoric Health from Skeletal Samples. *Current Anthropology*, 33 (4): 343-370.

Zhu, B., Quan, L., Ishida, K., Taniguchi, M., Oritani, S., Fujita, M. y Maeda, H. (2002). Longitudinal brainstem laceration associated with complex basilar skull fractures due to a fall: an autopsy case. *Forensic Science International*, 126: 40-42.