

CASO CLÍNICO

ELECCIÓN DEL MATERIAL DE OSTEOSÍNTESIS EN EL TRATAMIENTO DE FRACTURAS MANDIBULARES POR PROYECTIL DE ARMA DE FUEGO.

REPORTE DE CASO.

Cruz, Christian ¹  ; Vargas, Alfredo ¹  ; González, Ana ¹  ; Rosales, Hemil ² 

1 Residente del Postgrado de Cirugía y Traumatología Bucal y Maxilofacial. Servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital General del Oeste “Dr. José Gregorio Hernández”. Caracas – Venezuela

2 Especialista en Cirugía y Traumatología Bucal y Maxilofacial. Servicio de Cirugía Maxilofacial del Hospital General del Oeste “Dr. José Gregorio Hernández”. Caracas – Venezuela

Autor de contacto: Alfredo Vargas

e-mail: odalfredovargas@gmail.com

Cómo citar este artículo:

Vancouver: Cruz C, Vargas A, González A, Rosales H. Elección del material de osteosíntesis en el tratamiento de fracturas mandibulares por proyectil de arma de fuego. Reporte de caso. *IDEULA*. 2024;(14): 50-65.

APA: Cruz, C., Vargas, A., González, A., Rosales, H (2024). Elección del material de osteosíntesis en el tratamiento de fracturas mandibulares por proyectil de arma de fuego. Reporte de caso o. *IDEULA*, (14), 50-65.

Recibido: 1-10-2024

Aceptado: 23-10-2024

RESUMEN

La incidencia de traumatismos maxilofaciales causados por proyectil de arma de fuego (PAF) ha aumentado significativamente en los últimos años, convirtiéndose en problema de salud pública. Estas lesiones pueden provocar fracturas complejas en la mandíbula, caracterizadas por conminución y grandes defectos óseos. Si no se tratan adecuadamente, pueden no consolidar, lo que resulta en alteraciones estéticas y funcionales permanentes. El tratamiento por medio de fijación interna rígida permite una función temprana al soportar las cargas funcionales, obteniendo resultados estables y predecibles. Se presenta el caso de paciente femenina quien sufre herida por PAF en tercio inferior facial derecho hace 4 meses, la cual es ingresada a otra institución y recibe tratamiento quirúrgico mediante reducción abierta y fijación interna con el uso de miniplacas convencionales 2.0, presentando una evolución tórpida. La paciente decide acudir a nuestra institución solicitando evaluación. Al examen físico se evidencia fistula cutánea en región geniana derecha, alteración de la sensibilidad y motricidad del hemilabio inferior derecho y de la lengua, además de inestabilidad oclusal por movilidad de segmentos mandibulares. La tomografía computarizada reveló múltiples trazos de fractura en la mandíbula y material de osteosíntesis desadaptado. Se logró apreciar que la apófisis condilar ipsilateral se encontraba fuera de la cavidad mandibular. Se decidió intervenir quirúrgicamente bajo anestesia general para retirar el material y fijar una placa bloqueada del sistema 2.4. Este artículo resalta la importancia de elegir el tipo adecuado de material de osteosíntesis como pilar fundamental en el tratamiento de fracturas mandibulares causadas por PAF, considerando las placas de reconstrucción como una alternativa viable.

Palabras clave: Heridas por arma de fuego, fracturas mandibulares, fracturas conminutas, PAF (DeCS).

CHOICE OF OSTEOSYNTHESIS MATERIAL IN THE TREATMENT OF MANDIBULAR FRACTURES CAUSED BY FIREARM PROJECTILE. CASE REPORT.

The incidence of maxillofacial trauma caused by firearm projectile (FFP) has increased significantly in recent years, becoming a public health problem. These injuries can cause complex fractures in the mandible, characterized by comminution and large bone defects. If not treated properly, they may not consolidate, resulting in permanent aesthetic and functional alterations. Treatment by means of rigid internal fixation allows early function by supporting functional loads, obtaining stable and predictable results. We present the case of a female patient who suffered a FFP injury in the right lower third of the face 4 months ago. She was admitted to another institution and received surgical treatment by open reduction and internal fixation with the use of conventional 2.0 miniplates, presenting a torpid evolution. The patient decided to come to our institution requesting evaluation. Physical examination revealed a cutaneous fistula in the right genian region, altered sensitivity and motor skills of the right lower lip and tongue, as well as occlusal instability due to mobility of mandibular segments. Computed tomography revealed multiple fracture lines in the mandible and mismatched osteosynthesis material. The ipsilateral condylar process was found to be outside the mandibular cavity. Surgery was decided under general anesthesia to remove the material and fix a 2.4 system locking plate. This article highlights the importance of choosing the right type of osteosynthesis material as a cornerstone in the treatment of mandibular fractures caused by FFP, considering reconstruction plates as a viable alternative.

Keywords: Gunshot wounds, mandibular fractures, comminuted fractures, FFP (MeSH).

INTRODUCCIÓN

Las heridas por arma de fuego en la región craneofacial causan discapacidades funcionales devastadoras y deformidades estéticas, que se magnifican aún más por el trauma psicológico asociado ¹. La mortalidad reportada es de aproximadamente un 15%, con complicaciones en los que sobreviven hasta el 30% ^{2,3}.

Las fracturas mandibulares por PAF son infrecuentes y representan únicamente el 2%, ubicándose en la sexta posición en cuanto a la etiología de las fracturas mandibulares ⁴. Afectan principalmente a adultos jóvenes del género masculino, siendo el cuerpo mandibular la zona mayormente afectada ⁵. Típicamente son de tipo conminutas, y en algunos casos crean grandes defectos óseos ^{6,7}. Inclusive, se considera que las heridas de bala provocan más conminución en comparación a otras causas ⁸.

Las fracturas mandibulares conminutas y/o con defecto óseo son lesiones complejas que generalmente son el resultado de un impacto significativo en un área localizada de la mandíbula, ya sea por una colisión a alta velocidad o por un proyectil a alta velocidad ⁶. La mayoría de los estudios informan que entre el 5 y el 7% de las fracturas mandibulares son conminutas, independientemente de su etiología, y que estas generalmente se encuentran expuestas a la boca o la piel, lo que las hace difíciles de tratar, con altas tasas de complicaciones ⁶.

El manejo de estos traumatismos ha evolucionado a lo largo de los años. Tradicionalmente, la reducción cerrada por medio de fijación intermaxilar y la fijación externa se han utilizado en fracturas conminutas por PAF para prevenir una mayor desvascularización del hueso, secundaria al desprendimiento del periostio y para mantener temporalmente los grandes defectos óseos hasta la reparación definitiva ⁹⁻¹⁵. Recientemente, se ha recomendado la reducción abierta y la fijación interna estable mediante placas y/o tornillos para este tipo de fracturas ¹⁶.

En el caso de fracturas mandibulares por PAF, la fijación con cargas soportadas sigue siendo el pilar del tratamiento. Rara vez se recomienda el uso de las técnicas por compresión o cualquier otra forma de fijación de tipo cargas compartidas, porque los fragmentos pequeños no se pueden comprimir y no son capaces de compartir cargas ⁶, incluso si el patrón de fractura radiológicamente parece cumplir con las indicaciones tradicionales para su uso ^{8, 17}.

El objetivo de este artículo es presentar por medio de un caso clínico, la importancia de la elección adecuada del material de osteosíntesis para el tratamiento de fractura conminuta y/o por defectos óseos producidas por PAF. El tipo de osteosíntesis representa un pilar fundamental en el manejo de las fracturas mandibulares por PAF, siendo las placas de reconstrucción una excelente alternativa en relación con el resto de las fijaciones, independientemente del algoritmo de tratamiento empleado.

REPORTE DE CASO

Se presenta el caso de una paciente de 35 años, sin antecedentes médicos conocidos, quién acudió al servicio de cirugía maxilofacial del Hospital General del Oeste “Dr. José Gregorio Hernández” en Caracas, Venezuela, luego de haber sido intervenida quirúrgicamente cuatro meses previos a presentarse en nuestra institución por haber sufrido una fractura mandibular por PAF. En la evaluación clínica se descubrió en la paciente una fístula cutánea en región geniana derecha (Figura 1A) con presencia de gasto purulento no fétido, alteración de la sensibilidad y motricidad del hemilabio inferior derecho (Figura 1B) y de la lengua (Figura 1C), también se apreció la alteración e inestabilidad oclusal. En los estudios por imágenes (Figura 2 A-D) se observaron múltiples trazos de fractura a nivel de rama, ángulo y cuerpo mandibular derecho, asociados a imágenes hiperdensas, con material de osteosíntesis desadaptadas al tejido óseo, que aparentaban ser de tipo miniplacas y tornillos del sistema 2.0 (Figura 2A-C). Asimismo, y debido a que la apófisis condilar ipsilateral se encontraba fuera de la cavidad mandibular, inferior a la eminencia articular (Figura 2D) se indicó la corrección quirúrgica por medio del retiro del material de osteosíntesis presente, procediendo a la colocación de una placa bloqueada del sistema 2.4, más rígida, para el reposicionamiento de los segmentos óseos.



Figura 1. (a) Fístula geniana (b) Hipomovilidad de labio inferior derecho (c) Hipomovilidad lingual.

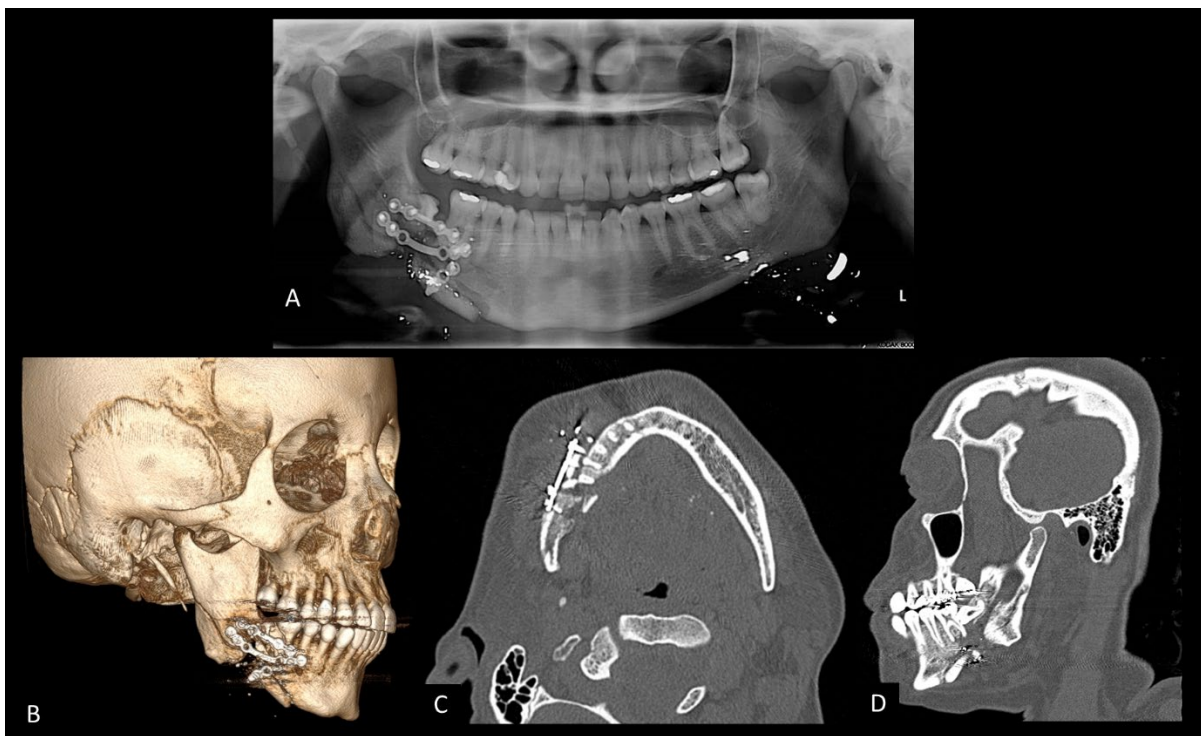


Figura 2. (a-c) Reconstrucción 3D y vista axial de TC facial que muestra miniplacas y tornillos desadaptados (d) Vista sagital que muestra el cóndilo fuera de la cavidad mandibular.

Para la planificación quirúrgica elaboramos un modelo estereolitográfico en espejo (Figura 3A) por medio de la tomografía computarizada del macizo facial de la paciente, con la ayuda de la planificación quirúrgica virtual se traspoló la anatomía del lado izquierdo, la cual se encontraba intacta, al lado derecho de la mandíbula, la cual se encontraba alterada. Una vez impreso el modelo estereolitográfico se procedió a realizar el contorneado de la placa del sistema 2.4 bloqueada, desde la zona subcondilar derecha hasta la parasínfisis mandibular contralateral (Figura 3B).

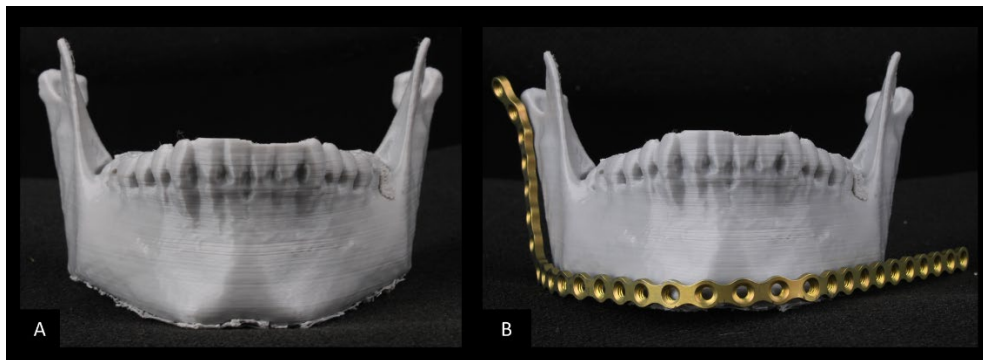


Figura 3. (a) Modelo estereolitográfico, (b) Placa precontorneada

Posteriormente se llevó a la paciente a mesa operatoria bajo anestesia general y se procedió a realizar un abordaje submandibular con extensión anterior hasta la región submental, se expuso el tejido óseo y el material de osteosíntesis (Figura 4A), comprobando que se encontraban desadaptados de la superficie ósea, además de que estaban rodeados por abundante tejido de granulación. A continuación, se procedió a la remoción del material de osteosíntesis que estaba representada por 3 placas y 10 tornillos del sistema 2.0 convencional; de igual manera los órganos

dentales 2.7 y 2.8 fueron removidos ya que presentaban poco soporte óseo (Figura 4B) y posibles focos infecciosos que pudiesen comprometer la estabilidad del tratamiento, luego se realizó la escisión de la fístula por medio de incisiones en forma de huso. Se realizó limpieza quirúrgica, posteriormente se llevó al paciente a una oclusión adecuada por medio de fijación Intermaxilar, posteriormente se instaló una placa del sistema 2.4, bloqueada con 4 tornillos bicorticales en el segmento proximal y 6 tornillos en el segmento distal (Figura 4C). Para finalizar se procedió a la síntesis de tejidos por planos con hilo de sutura de poliglactina 910 (3-0) en cincha pterigomaseterina y a nivel de músculo platisma y puntos continuos a nivel de plano cutáneo con hilo de sutura de nylon (6-0). Se culminó el acto operatorio sin complicaciones.

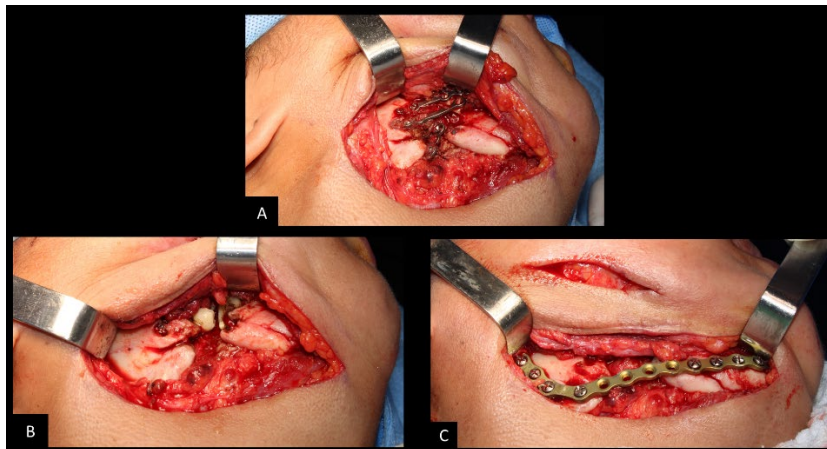


Figura 4. (a) Múltiples placas desadaptadas a la superficie ósea, (b) OD 4.8 y 4.6 con poco soporte óseo, (c) Placa de reconstrucción mandibular in situ.

La tomografía computarizada de control reveló una correcta adaptación del material de osteosíntesis a la superficie ósea (Figura 5A); dando conformación y continuidad a la mandíbula (Figura 5B) y corrigiendo el defecto óseo el cual era de 3.1 cm, medido de extremo a extremo de los segmentos proximal y distal. Los cóndilos mandibulares se encontraban dentro de la cavidad mandibular (Figura 5c). Se realizaron controles clínicos, donde se comprobó una correcta función mandibular, además de una adecuada oclusión y cicatrización de los tejidos (Figura 5D).

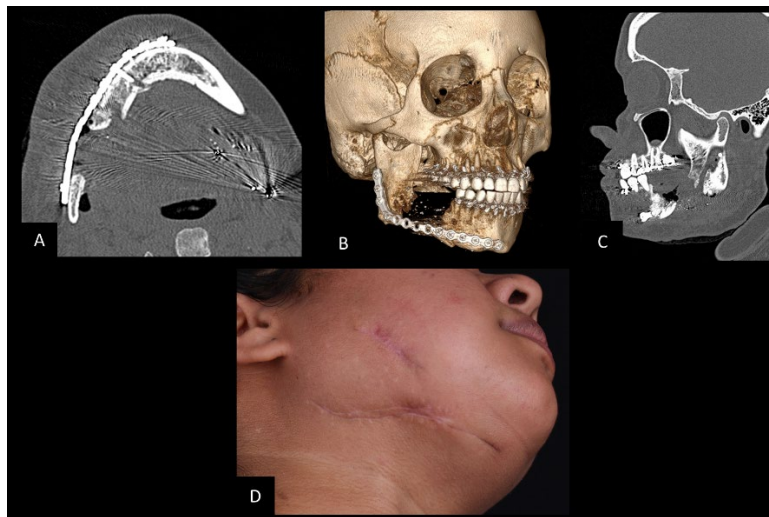


Figura 5. (a y b) Reconstrucción 3D y corte axial de la TC facial con adaptación íntima de la placa de reconstrucción mandibular, (c) Corte sagital que muestra cóndilo mandibular articulado en cavidad mandibular, (d) Cicatrices faciales

DISCUSIÓN

Las fracturas mandibulares por PAF representan el 40% de las fracturas en el territorio facial ⁵. Estas se presentan de tipo conminutas y/o con defecto óseo ⁶. Ellis E 3rd, et al., ⁸ evaluaron un total de 198 fracturas conminutas de diferentes causas en 196 pacientes. 167 fueron hombres y 29 fueron mujeres. Las heridas de bala fueron una de las principales causas, provocando fracturas que fueron más conminutas en comparación a otras causas, siendo el cuerpo mandibular la región más comúnmente afectada. Aunque en este caso particular se presenta a una paciente del género femenino con una fractura que involucra la rama, ángulo y cuerpo mandibular derecho.

Da Rocha et al., ¹⁸ realizaron una revisión sistemática con metaanálisis y algoritmo de tratamiento de las fracturas mandibulares por PAF para determinar qué método de tratamiento fue más efectivo. El tratamiento cerrado con fijación intermaxilar fue el más utilizado seguido de la fijación interna rígida y la fijación externa. Encontraron que, la fijación Intermaxilar mostró cinco veces menos infección y la fijación interna rígida seis veces menos mala unión, por lo que hubo una prevalencia estadísticamente significativa de éxito en el grupo de fijación interna rígida.

Por otro lado, hay autores que abogan por la reducción cerrada para el tratamiento de este tipo de fracturas, ya que consideran que la reducción abierta y la fijación interna de las fracturas conminutas van en contra del dogma básico de la cirugía maxilofacial, que establece que las fracturas conminutas deben ser tratadas de forma cerrada para preservar el suministro sanguíneo a los fragmentos óseos ¹⁹.

Aunque la fijación interna se ha establecido como el tratamiento de elección para las fracturas mandibulares por lesiones balísticas, existe controversia sobre el método utilizado. Los estudios de Ellis E 3rd, et al.,⁸, Sukegawa S, et al.,²⁰, Siddiqui SU, et al.,²¹, coinciden en que las placas de reconstrucción proporcionan resultados estables, con menor necesidad de extracción y tasas de infección más bajas. Además, permiten una conformación más precisa de la mandíbula y la restauración temprana de la función. Una mala elección del método de fijación puede provocar infección o defectos de continuidad que pudiesen posteriormente requerir injertos óseos¹⁴. En nuestro caso, se utilizó una placa de reconstrucción, lo que permitió restablecer la conformación y continuidad mandibular, confirmado posteriormente mediante estudios de imagen.

Scolozzi et al.,²² evaluó el resultado de las placas de reconstrucción 2.4 en 63 pacientes con fracturas mandibulares graves, 53 de estas fracturas fueron conminutas y 5 presentaron defecto óseo productos de diferentes etiologías. En este grupo, solamente 2 pacientes (3%) desarrollaron complicaciones importantes que se caracterizaron por falta de unión con infección que requirió extracción de las placas y re-osteosíntesis con injerto óseo. Por lo que, concluyeron que la baja incidencia de complicaciones mayores con el uso de placas de reconstrucción corrobora uno de los principios más importantes del grupo AO/ ASIF, es decir, “la susceptibilidad a la infección está relacionada con la movilidad de los fragmentos óseos”.

Chaiyasate et al.,²³ señalan que el uso temprano de placas de reconstrucción realizadas en el desbridamiento inicial sin una cobertura adecuada y sana de tejido blando a menudo da como resultado falla o exposición del material, formación de fistulas e infección, por lo que, para estos casos recomienda utilizar fijadores externos. Sin embargo, estos dispositivos no están disponibles en todos los centros asistenciales. Por ello, consideramos que las placas de reconstrucción siguen siendo una excelente opción y una de las pocas alternativas para el manejo inicial de este tipo de casos.

Con una fijación rígida, no hay micromovimientos que estimulen la formación de callos, por lo que estos defectos no se rellenarán con hueso nuevo y, por lo tanto, será necesario realizar un injerto²³. Si el tejido blando suprayacente está sano y es posible cerrar la herida, se puede realizar un injerto en el momento de la reparación inicial. Si existen otras consideraciones, como una cobertura inadecuada de la herida, procesos infecciosos o una posible necrosis por cavitación, como ocurre en algunas heridas de bala, el defecto puede ser injertado posteriormente⁶. En nuestro caso, consideramos realizar un injerto óseo no vascularizado, pero debido a una infección establecida y comunicación inevitable con la cavidad oral durante la cirugía, optamos por diferir el injerto para un segundo procedimiento quirúrgico.

En la planificación quirúrgica de fracturas muy conminutas o defectos de continuidad, la tomografía computarizada permite utilizar la mandíbula contralateral como referencia para

aproximarse a la forma pretraumática. Esto facilita el precurvado de las placas a que se vayan a adaptar ⁹, tal como se realizó en nuestro caso. Actualmente, la planificación quirúrgica virtual ofrece la posibilidad de reposicionar cada segmento óseo mediante un ordenador y diseñar placas personalizadas ²⁴, lo que resulta en una planificación más precisa y predecible.

CONCLUSIÓN

Hoy en día, aunque la tecnología ha avanzado considerablemente en el manejo de fracturas mandibulares por PAF de fuego y el algoritmo de tratamiento es controvertido, adaptándose a la experiencia del cirujano y a cada caso en particular, consideramos que uno de los pilares fundamentales en el tratamiento quirúrgico de lesiones por PAF a nivel mandibular es la correcta elección del material de osteosíntesis, fundamentadas en el conocimiento de la biomecánica mandibular, por lo que, las placas de reconstrucción siguen siendo una alternativa fiable en comparación con las otras opciones de tratamiento en fracturas mandibulares conminutas y/o con defectos óseos, características de las fracturas de esta etiología. Sin embargo, los cirujanos deben ser conscientes de situaciones específicas en las que la fijación interna temprana está contraindicada, en particular en aquellos pacientes inestables que requieren procedimientos quirúrgicos cortos de control de daños, defectos avulsivos de tejidos blandos y duros, igual que aquellas lesiones con mayor riesgo de infección.

REFERENCIAS

1. Cunningham LL, Haug RH, Ford J. Firearm injuries to the maxillofacial region: an overview of current thoughts regarding demographics, pathophysiology, and management. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003 Aug;61(8):932-42. doi: 10.1016/s0278-2391(03)00293-3. PMID: 12905447.
2. Shackford SR, Kahl JE, Calvo RY, Kozar RA, Haugen CE, Kaups KL, Willey M, Tibbs BM, Mutto SM, Rizzo AG, Lormel CS, Shackford MC, Burlew CC, Moore EE, Cogbill TH, Kallies KJ, Haan JM, Ward J. Gunshot wounds and blast injuries to the face are associated with significant morbidity and mortality: results of an 11-year multi-institutional study of 720 patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2014 Feb;76(2):347-52. doi: 10.1097/TA.0b013e3182aaa5b8. PMID: 24398775.
3. Demetriades D, Chahwan S, Gomez H, Falabella A, Velmahos G, Yamashita D. Initial evaluation and management of gunshot wounds to the face. *J Trauma.* 1998 Jul;45(1):39-41. doi: 10.1097/00005373-199807000-00007. PMID: 9680009.
4. Afrooz PN, Bykowski MR, James IB, Daniali LN, Clavijo-Alvarez JA. The Epidemiology of Mandibular Fractures in the United States, Part 1: A Review of 13,142 Cases from the US National Trauma Data Bank. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015 Dec;73(12):2361-6. doi: 10.1016/j.joms.2015.04.032. Epub 2015 May 11. PMID: 26006752.
5. Silva CJP, Paiva PCP, Paula LPP, Fonseca JFB, Silvestrini RA, Naves MD, Moura ACM, Ferreira EFE. Padrão espacial e diferencial de renda dos domicílios de adolescentes e adultos jovens vítimas de traumatismo maxilofacial por agressão com arma de fogo [Spatial and differential income pattern of households of adolescents and young adults who are victims of maxillofacial injuries resulting from firearm aggression]. *Cien Saude Colet.* 2018 Apr;23(4):1281-1292. Portuguese. doi: 10.1590/1413-81232018234.14652016. PMID: 29694593.
6. Alpert B, Tiwana PS, Kushner GM. Management of comminuted fractures of the mandible. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2009 May;21(2):185-92, v. doi: 10.1016/j.coms.2008.12.002. PMID: 19348983.

7. Rana M, Warraich R, Rashad A, von See C, Channar KA, Rana M, Stoetzer M, Gellrich NC. Management of comminuted but continuous mandible defects after gunshot injuries. *Injury*. 2014 Jan;45(1):206-11. doi: 10.1016/j.injury.2012.09.021. Epub 2012 Oct 22. PMID: 23084488.
8. Ellis E 3rd, Muniz O, Anand K. Treatment considerations for comminuted mandibular fractures. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003 Aug;61(8):861-70. doi: 10.1016/s0278-2391(03)00249-0. PMID: 12905435.
9. Khatib B, Gelesko S, Amundson M, Cheng A, Patel A, Bui T, Dierks EJ, Bell RB. Updates in Management of Craniomaxillofacial Gunshot Wounds and Reconstruction of the Mandible. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2021 Aug;33(3):359-372. doi: 10.1016/j.coms.2021.04.005. PMID: 34210400.
10. Kazanjian VH, Converse JM. *The surgical treatment of facial injuries*. Baltimore (MD): Williams & Wilkins Co.; 1959. pág. 179.
11. Rowe NL, Killey HC. *Fractures of the Facial Skeleton*. Baltimore (MD): Williams & Wilkins Co.; 1968. pág. 23.
12. Bruce R, Fonseca RJ. Mandibular fractures. In: Fonseca RJ, Dexter Barber H, Powers MP, Frost DE. *Oral and Maxillofacial Trauma*. Filadelfia: WB Saunders Co.; 1991. pág. 391.
13. Walker RV, Frame JW. Civilian maxillo-facial gunshot injuries. *Int J Oral Surg*. 1984 Aug;13(4):263-77. doi: 10.1016/s0300-9785(84)80033-2. PMID: 6434445.
14. Neupert EA 3rd, Boyd SB. Retrospective analysis of low-velocity gunshot wounds to the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1991 Oct;72(4):383-7. doi: 10.1016/0030-4220(91)90544-m. PMID: 1923433.
15. Romero H, Guifarro J, Díaz F, Umanzor V, Pineda M, Cruz C, et al. Management of mandibular fractures: Report of three cases. *Dental Research and Management [Internet]*. 2021; 17–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33805/2572-6978.153>
16. Li Z, Li ZB. Clinical characteristics and treatment of multiple site comminuted mandible fractures. *J Craniomaxillofac Surg*. 2011 Jun;39(4):296-9. doi: 10.1016/j.jcms.2010.04.009. Epub 2010 Jun 1. PMID: 20605726.

17. Breeze J, Powers DB. Current opinion in the assessment and management of ballistic trauma to the craniomaxillofacial region. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020 Aug;28(4):251-257. doi: 10.1097/MOO.0000000000000634. PMID: 32520756.
18. da Rocha SS, Sales PHDH, Carvalho PHR, Maia RN, Gondim RF, de Menezes Junior JMS, Mello MJR. Mandibular traumas by gunshot. A systematic review with meta-analysis and algorithm of treatment. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2021 Apr;59(3):e99-e108. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.08.019. Epub 2020 Aug 15. PMID: 33678448.
19. Baurmash HD. Closed reduction, an effective alternative for comminuted. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004 Jan;62(1):115-6. doi: 10.1016/j.joms.2003.10.006. PMID: 14733231.
20. Sukegawa S, Kanno T, Masui M, Sukegawa-Takahashi Y, Kishimoto T, Sato A, Furuki Y. A retrospective comparative study of mandibular fracture treatment with internal fixation using reconstruction plate versus miniplates. *J Craniomaxillofac Surg.* 2019 Aug;47(8):1175-1180. doi: 10.1016/j.jcms.2018.09.025. Epub 2018 Oct 15. PMID: 31288966.
21. Siddiqui SU, Iqbal N, Baig MH, Mehdi H, Mahmood Haider S. Efficacy of open reduction and internal fixation in achieving bony union of comminuted mandibular fractures caused by civilian gunshot injuries. *Surgeon.* 2020 Aug;18(4):214-218. doi: 10.1016/j.surge.2019.10.004. Epub 2019 Dec 3. PMID: 31806484.
22. Scolozzi P, Richter M. Treatment of severe mandibular fractures using AO reconstruction plates. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003 Apr;61(4):458-61. doi: 10.1053/joms.2003.50087. PMID: 12684963.
23. Chaiyasate K, Gupta R, Boudiab EM, Vega D, Hart J, Nossoni F, Lu S, Powers JM, Hobson G, Sachanandani NS. Comprehensive Treatment and Reconstructive Algorithm for Functional Restoration after Ballistic Facial Injury. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2022 Jul 27;10(7):e4453. doi: 10.1097/GOX.0000000000004453. PMID: 35923981; PMCID: PMC9329080.
24. Bell RB. Computer planning and intraoperative navigation in craniomaxillofacial surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2010 Feb;22(1):135-56. doi: 10.1016/j.coms.2009.10.010. PMID: 20159483.