

Retos, desafíos y manejo clínico en la reconstrucción craneofacial posterior al trauma severo. Una revisión de la literatura

Hariana Carolina Bolívar Peña

RESUMEN

Los traumas craneofaciales severos, se caracterizan por lesiones consecuencia de un daño intencional o no, que es causado al organismo por una exposición brusca a fuentes de energía que sobrepasan su margen de tolerancia. Son de gran extensión y profundidad en los tejidos del cráneo y la cara y pueden dañar todo tipo de estructuras anatómicas como vasos, nervios, hueso, glándulas y otros. Una de las opciones de tratamiento para ellos es la reconstrucción facial, la cual busca reubicar las estructuras anatómicas mediante maniobras clínicas, uso de injertos y/o trasplantes para devolver tanto la anatomía como la funcionalidad y la estética al paciente. Así en esta revisión se plantea como objetivo analizar los diferentes retos y desafíos, y su posible manejo clínico en la reconstrucción craneofacial posterior al trauma severo en cirugía oral y maxilofacial. Para esta revisión literaria se realizó una búsqueda electrónica mediante los buscadores *PUBMED*, *Google Académico* y *Scielo*. Los principales retos en la reconstrucción facial posterior al trauma severo lo constituyen el manejo de los tejidos duros y su consecuencia en la regeneración del tejido nervioso, la cual, si falla, trae como consecuencia parestesias o parálisis de las distintas ramas nerviosas del macizo craneofacial.

Palabras clave: reconstrucción craneofacial, traumatismo craneofacial, traumatismo facial severo, desafíos en cirugía bucal.

ABSTRACT

Severe craniofacial traumas are characterized by injuries resulting from intentional or unintentional damage that is caused to the body by sudden exposure to energy sources that exceed its tolerance margin, and are of great extension and depth in the tissues of the skull and face, and can damage all types of anatomical structures such as vessels, nerves, bone, glands and others. One of the treatment options for them is facial reconstruction, which seeks to relocate the anatomical structures, through clinical maneuvers, use of grafts and/or transplants to return both the anatomy, functionality and aesthetics to the patient, thus in this review we aim to analyze the different challenges and its Clinical Management in craniofacial reconstruction after severe trauma in oral and maxillofacial surgery. For this literary review, an electronic search was carried out using the *PUBMED*, *Google Scholar* and *Scielo* search engines. The main challenges in facial reconstruction after severe trauma are the management of hard tissues, and its consequence in the regeneration of nervous tissue, which, if it fails, results in paresthesia or paralysis of the different nerve branches of the craniofacial mass.

Key Words: Cranio Facial Reconstruction, Cranio Facial Trauma, Severe Facial Trauma, Challenges in Oral Surgery.

INTRODUCCIÓN

Campolo et. al.¹ señalan que, para la Organización Mundial de la Salud, un trauma se entiende como un daño intencional o no que es causado al organismo por una exposición brusca a fuentes de energía que sobrepasan su margen de tolerancia. En esta idea, los mismos autores señalan que el traumatismo craneofacial es aquel que afecta el complejo dentoalveolar, tejidos blandos y óseos craneofaciales, es decir, el sistema estomatognático en su totalidad.

De esto puede inferirse que el traumatismo craneofacial es una patología que tiene una prevalencia bastante alta, donde es necesario conocer tanto el

mecanismo que la produjo como su etiología para darle un buen manejo clínico y resolución. Además, esto constituye uno de los retos más grandes para el cirujano oral y maxilofacial, ya que la región craneofacial compone una región anatómica bastante compleja gracias a las estructuras que posee y su compromiso estético y funcional^{1,2}.

Considerando lo mencionado, una de las alternativas terapéuticas al trauma craneofacial severo es la reconstrucción craneofacial, con la cual se busca restaurar la función de un área específica de la región, bien sea extensa o no, y donde se juzguen, previos a su realización, los defectos de tejidos blandos y duros ocasionados por la lesión traumática³.



Odontólogo. Universidad José Antonio Páez

CORRESPONDENCIA: Dra. Hariana Carolina Bolívar Peña.

CORREO ELECTRÓNICO: harianabolivar@hotmail.com

»»» Ahora bien, para realizarla, el cirujano oral y maxilofacial debe considerar aspectos claves como qué parte del tejido que va a reconstruir pasa por un proceso de desvitalización de 36 a 48 horas posterior al trauma, lo que determinaría la distensión del tejido según el momento en que se realice la reconstrucción, que existe contaminación de los tejidos duros y blandos, especialmente si estos están expuestos al medio ambiente, y que pueden estar comprometidas estructuras óseas que debe reubicarse antes de la reconstrucción de tejidos blandos⁴.

Estos establecen factores que pueden ser catalogados como retos en la reconstrucción craneofacial posterior al trauma severo. Por ello, la presente revisión de la literatura se plantea como objetivo analizar los diferentes retos y desafíos en la reconstrucción craneofacial posterior al trauma severo en cirugía oral y maxilofacial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta revisión, se realizó con información obtenida a través de la exploración electrónica mediante los buscadores *PUBMED*, *Google Académico* y *Scielo* con las palabras “Cranio Facial Reconstruction, Cranio Facial Trauma, Severe Facial Trauma, Challenges in Oral Surgery”. Adicionalmente, se consideraron como criterios de inclusión que los artículos contengan textos completos, en PDF, y que tengan fecha de publicación reciente, es decir, de los últimos años, además de estar relacionados con el objetivo de la investigación. Los criterios de exclusión de los artículos fueron cartas al director, tesis, periódicos, conferencias, noticias, comentarios y editoriales. Todos ellos, fueron revisados a partir de sus títulos y resúmenes, y posteriormente se leyeron los textos completos.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Estadísticamente, Jiménez-Murat et. al.⁵, mencionan que los traumas severos craneofaciales son bastante comunes en emergencias hospitalarias a nivel mundial, y su etiología principal son accidentes de tránsito, violencia interpersonal y lesiones deportivas, siendo los accidentes de tránsito la etiología más frecuente. De la misma forma, cuando se está en presencia de un trauma severo, especialmente en la región craneofacial, deben considerarse las estructuras óseas presentes, las cuales son de especial atención en manejo terapéutico del trauma. Estas incluyen los pares de maxilares, la mandíbula, el hueso cigomático y huesos nasales y frontal. Así, se tiene que el maxilar forma parte de la mejilla y del maxilar superior y sus

alveolos; la mandíbula conforma el único hueso móvil del cráneo; los huesos cigomáticos contribuyen a la prominencia de las mejillas y sostienen la órbita; los huesos nasales forman el tabique nasal y son susceptibles a fracturas debido a su relativa delgadez. Además, el hueso frontal compone la frente y la parte superior de la órbita, protegiendo el cerebro desde la parte anterior y, por último, los huesos craneales que protegen el resto del cerebro incluyen los huesos parietales superolateralmente, los huesos temporales lateralmente, los huesos occipitales posteriormente y el esfenoides y los etmoides inferiormente⁶.

Por otro lado, en relación a los tejidos blandos, es sabido que las estructuras anatómicas que se encuentran en la región craneofacial son bastante importantes, desde vasos sanguíneos, arteriales, linfáticos y estructuras nerviosas, además de musculatura esquelética y glándulas que intervienen en la expresión facial y masticación⁷. Por ello, cuando estas se ven comprometidas en un trauma severo, suceden rápidamente la aparición de fenómenos como el edema, la inflamación, hemorragias y extravasaciones que pueden hacer de la terapéutica un reto desde el punto de vista, no sólo de la atención de la emergencia, sino también porque se puede comprometer la estética y la función craneofacial⁸.

RETOS Y DESAFÍOS DEL CLÍNICO FRENTE AL TRAUMA SEVERO Y LA RECONSTRUCCIÓN POSTTRAUMA

Gómez Roselló et. al.⁹, mencionan que las fracturas faciales muchas veces incluyen lesión del contenido intraorbital, lo que implicaría de igual manera lesión del músculo recto inferior, que tendría como consecuencia avulsión del globo ocular o su inserción dentro del agujero orbitario, lo que lleva a una oftalmoplejía o diplopía. De igual manera, en casos extremos, pérdida del globo ocular con ceguera. También podría afectar al nervio óptico, lo que conduciría a una neuropatía del mismo. Por otro lado, De M et. al.¹⁰, señalan tres escenarios diferentes que representan retos en el tratamiento del trauma craneofacial severo. Estos escenarios incluyen laceraciones del tejido blando cuya complejidad se evidencia según la extensión de la región del trauma. El escenario uno, describe heridas de más de 10 cm que pueden involucrar distintos órganos de la cara como ojos, nariz u otro, además de incluir fracturas de diferentes huesos faciales.

El escenario dos, muestra heridas que los autores denominan como avulsión o pérdida de piel, sin fractura o lesión de tejido óseo, pero sí con exposición del mismo.



»» El escenario tres, compromiso de estructuras anatómicas de la cara que desfavorecen la estética como cejas, aurículas de las orejas, nariz y labios, sin inclusión de fracturas o lesiones en tejido óseo.

El escenario cuatro, inclusión de estructuras neurovasculares en la extensión de la lesión. El escenario cinco, inclusión de glándulas y conductos importantes de la región craneofacial, y el escenario seis incluye estructuras móviles como párpados y labios en la extensión de la lesión con o sin compromiso óseo¹⁰.

Adicionalmente, los cirujanos orales y maxilofaciales, deben enfrentar las complicaciones relacionadas al trauma, estas, según Kim et. al.¹¹, son consecuencia de las estructuras nerviosas comprometidas en la zona de la lesión, especialmente si estas incluyen el hueso frontal, ya que por este transitan ramos del nervio facial que pueden verse afectados, y si también se incluye en la región del trauma fractura del hueso temporal, la complicación sería aún mayor. Aunque para estos autores, lógicamente la amplitud de la lesión está íntimamente relacionada a la complejidad de la misma y, además, será más propensa a sufrir complicaciones.

Boljevic et. al.¹², dicen que las complicaciones y retos que tienen mayor frecuencia en casos de trauma craneofacial severo son maloclusiones, parestesias, asimetría facial, diplopía y limitación de apertura. Estas complicaciones son consecuencia de que, al momento del reposicionamiento de fragmentos óseos, el nervio se libera de la presión en las zonas de dislocación. Aunque los procesos inflamatorios contribuyen a la reducción de parestesias y recuperación de función nerviosa, estas pueden continuar según la severidad de la lesión u otros factores sistémicos del paciente.

Por otra parte, la reconstrucción facial posterior a un trauma severo constituye un reto para cualquier cirujano oral y maxilofacial. Este comprende el manejo de pérdida de tejido duro y blando, tratamiento de comunicaciones inusuales y reconstrucción de tejido perdido, para lograr la reposición de la estética, anatomía y función, lo que requiere una amplia experiencia clínica en el manejo de estructuras delicadas que componen el sistema estomatognático¹³.

Inicialmente, para este tipo de procedimientos, se debe lograr la descontaminación y desbridamiento de tejidos blandos, lo que se obtiene eliminando el debris de tejidos necrótico y material ajeno al organismo que puede ser considerado antígeno. Este desbridamiento debe ser lo más conservador posible, debe tratar de mantener la mayor cantidad de tejido sano posible y debe realizarse dentro de las primeras 48 horas al trauma, ya que a partir de ese tiempo la necrosis tisular es mucho más rápida¹⁴.

Para Espinosa et al.¹⁵, existen estructuras anatómicas de la cara que son de cuidado al momento de la reconstrucción. Ellas comprenden, no solamente elementos estéticos importantes, sino también funcionales en aspectos como la expresión facial, el habla, la deglución y otros. Ellos son el cuero cabelludo, la frente, las mejillas, la región periorbital, la nariz, las orejas, los labios y el mentón.

Seguidamente, y considerando lo mencionado, se inician las maniobras para reducir y estabilizar las estructuras anatómicas, es decir, eliminar las fracturas, de haberlas. Estas maniobras van desde la fijación simple, hasta el uso de placas de reconstrucción o implantes, tanto rígidas como semirrígidas según sea el caso. Debe considerarse, además, que el uso de injertos no es viable en estas primeras etapas de reconstrucción, ya que tienen una alta tasa de fracasos y un alto riesgo de infección. Si es necesario reponer una pérdida extensa de hueso, puede realizarse un autotransplante de hueso con un colgajo libre¹⁶.

Cabe agregar que la escogencia del colgajo para la reconstrucción de tejidos blandos influye enormemente en la reparación y regeneración de los tejidos craneofaciales, por mencionar algunos. En la reconstrucción mandibular se utilizan colgajos osteomusculares libres como peroné, cresta ilíaca, radial, escapular, serrato anterior y colgajos costales, metatarsianos y laterales del brazo, incluido el húmero¹⁷.

MANEJO Y CONDUCTA CLÍNICA

La región orofacial es la zona del cuerpo que es más vulnerable a sufrir trauma, esto es debido a que es bastante expuesta, por ello, y considerando lo que se ha mencionado en relación a los retos y desafíos en caso de trauma severo, Sinha et. al.¹⁸, recomiendan un período de inmovilización posterior a la intervención de al menos 4 a 6 semanas. Obviamente, la variación de este período depende de la edad, tipo de paciente, severidad y extensión de la fractura y/o trauma, además de considerar la presencia de infección.

Adicionalmente, en la actualidad, existen herramientas que facilitan enormemente la planificación de reconstrucciones faciales posteriores al trauma severo, estas comprenden el uso de la Tomografía Computarizada de Haz Cónico o CBCT; esta, debido a su nitidez, precisión y versatilidad, permite un análisis preoperatorio y postraumático que favorece el pronóstico y ayuda al manejo de retos y complicaciones en caso de trauma craneofacial¹⁹.

En relación a esto, Wang et. al.²⁰, señalan que el CBCT, permite evaluar el estado y evolución de los tejidos duros al momento del trauma y posterior a él, »»

»»» permitiendo al clínico estimar el estado de la cicatrización y regeneración de los tejidos craneofaciales facilitando la evaluación del pronóstico posoperatorio. De hecho, si se utiliza la tecnología del CBCT, junto al *software* de reconstrucción 3D de tejidos blandos, se puede realizar la reconstrucción facial obteniendo resultados funcionales y estéticos bastante aceptables para el paciente.

En este apartado, Rashid et. al.²¹, destacan la importancia del CBCT en el manejo de fracturas complicadas de la mandíbula. Estas, al ser una de las más comunes en caso de trauma severo, se pueden evaluar con CBCT ya que permiten una vista detallada de todos los elementos mandibulares, especialmente las fracturas condilares que son clasificadas como fracturas de la cabeza del cóndilo, fracturas del cuello del cóndilo, subcondilares y dicapitulares, y fracturas horizontales verticales y sagitales.

Por otro lado, una de las complicaciones y retos más importantes que se puede presentar posterior a un trauma severo es la regeneración del tejido nervioso. En seres humanos, esta puede verse comprometida o se hace incompleta posterior a un trauma severo, produciendo parestesias o parálisis que son producto de pérdida total o parcial de la función motora o sensitiva, y se originan o son factores contribuyentes a su origen la recuperación funcional incompleta por una tasa inferior de regeneración del axón o la interrupción de su continuidad, o su poca mineralización o su desconexión al órgano que inervan. Esta situación clínica es muy difícil de resolver con microcirugía, debido a que se trata de cuestiones histológicas propias de la célula nerviosa²².

Mehta et. al.²³ señalan que una de las lesiones nerviosas más comunes posteriores a un trauma severo que afecta el globo ocular, sin su avulsión, es la pérdida de la visión. Esta se produce por lesión del ápice orbital y el canal óptico, lo que causa contusión del pliego vascular que lleva a edema inflamatorio de los axones y desarrollo de hipoxia, isquemia y muerte celular en la zona.

En este marco, la tendencia actual para el manejo de esta complicación es el uso de fármacos que favorezcan tanto la regeneración del tejido nervioso como la mielinización de las diferentes estructuras neuronales. Zainul et. al.²⁴, iniciaron investigaciones sobre el colágeno XIII y su papel en la mielinización y regeneración de las uniones neuromusculares, estas son sinapsis químicas entre una neurona y una fibra muscular. Cuando existe un traumatismo, la falta del colágeno XIII, como mencionan los autores, desfavorece la mielinización y regeneración, lo que produce parestesias o parálisis.

A partir de este estudio, Modrak et. al.²⁵, estudian diferentes alternativas terapéuticas que buscan la regeneración del tejido nervioso posterior al trauma. Ellos estudian una alternativa quirúrgica, con neurografía de extremo a extremo nerviosos, injerto de nervios, trasplante de nervios, reparación de conductos, una alternativa no quirúrgica con el uso de agentes físicos, fisioterapia, estimulación eléctrica nerviosa, terapia con láser de baja intensidad, ultrasonido terapéutico, uso de agentes farmacológicos como hormonas esteroideas, uso de eritropoyetina, 4-aminopiridina y la terapia basada en células.

Así, destacan que las técnicas microquirúrgicas han tenido un fracaso notable en lo que regeneración nerviosa se refiere, sobre todo en lo que procesos celulares y bioquímicos se refiere; entonces, destacan que la terapia con fármacos o agentes adyuvantes son bastante efectivos especialmente a largo plazo en la formación de mielina o mieloprotección²⁵.

Yue et. al.²⁶, probaron el potencial mielinizador de la 4-aminopiridina en ratones. Este, como un bloqueador de los canales de potasio, podría estimular la mielinización y recuperar la velocidad de conducción nerviosa y función motora perdida luego de un trauma.

Los autores tomaron ratones a los que ocasionaron lesiones en el nervio ciático y administraron 4-aminopiridina y monitorearon cada 3, 7 y 14 días, y notaron que esta mejoraba la función neuronal *in vivo* significativamente, reduciendo la atrofia muscular, aumentando el diámetro de la fibra muscular y la fuerza contráctil. Esta reducción de la atrofia muscular podría estar relacionada con una expresión proliferativa de células madre²⁶.

Por su parte Han et. al.²⁷, hablan sobre el trasplante de células de Schwann para reparar fibras nerviosas periféricas posteriores a un trauma severo. Ellos parten su investigación del hecho de que el uso de conductos nerviosos descellularizados se muestra promotor como terapia para el daño a los nervios periféricos. Adicionalmente, el tratamiento con células que componen el tubo neural Células de Schwann, células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo y células madre mesenquimales derivadas de la médula ósea, por mencionar algunas) representa una estrategia terapéutica eficaz en modelos animales.

Los autores añaden que el trasplante de células de Schwann promueve la mielinización y regeneración de nervios espinales en el sistema nervioso central en ratones. de igual manera, la migración de las células de Schwann conlleva a la formación de una banda de mielina alrededor de los axones regenerados y también, las células de Schwann autólogas, tienen propiedades reparativas de nervios periféricos²⁷.



CONCLUSIONES

»» Primeramente, los principales retos en la reconstrucción facial posterior al trauma severo lo constituyen el manejo de los tejidos duros, ya que esto implica la reposición de estructuras óseas importantes que determinarán tanto la estética como la función del paciente y, además, esto contempla la realización de colgajos que pueden o no favorecer la subsecuente reconstrucción del tejido blando y sus estructuras anatómicas, y por último puede determinar el uso de injertos o implantes necesarios para el restablecimiento de la función y estética facial.

En segundo plano, está la regeneración del tejido nervioso la cual, si falla, trae como consecuencia parestias o parálisis de las distintas ramas nerviosas del macizo craneofacial, lo que implicaría el uso no sólo de maniobras quirúrgicas para el restablecimiento de la función sensitiva o motora de la fibra nerviosa, sino también el uso de terapias alternativas que busquen reestablecer la función neuronal posterior o consecuencia a un trauma severo.

REFERENCIAS

- Campolo GA, Mix VA, Foncea RC, Ramírez SH, Vargas DA, Goñi EI. Manejo del trauma maxilofacial en la atención de urgencia por no especialistas [Management of facial injuries in the emergency room]. *Rev Med Chil*. 2017 Aug;145(8):1038-46. Spanish. doi: 10.4067/s0034-98872017000801038. PMID: 29189862.
- Alaseri N, Alasraj A. Patient-specific implants for maxillofacial defects: challenges and solutions. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2020 May 20;42(1):15. doi: 10.1186/s40902-020-00262-7. PMID: 32467823; PMCID: PMC7239988.
- TamaĐ C, Pintilie CT, AtĐnĐsoae IV, Corduneanu AM, Dabi-ja I, Olaru FĐ, Hreniuc IM, Tecuceanu A, Munteanu I, Dobre C, Moraru DC, Ianole V, TamaĐ I, Costan VV. Surgical reconstruction of post-tumoral facial defects. *Rom J Morphol Embryol*. 2018;59(1):285-91. PMID: 29940639.
- Zeiderman MR, Pu LLQ. Contemporary reconstruction after complex facial trauma. *Burns Trauma*. 2020 Feb 28;8: tkaa003. doi: 10.1093/burnst/tkaa003. PMID: 32341916; PMCID: PMC7175762.
- Jiménez-Murat Y, Fuentes-Calvo K, Fukumoto-Inukai KA, Martínez-Wagner R. Severe facial trauma secondary to aircraft propeller injury: The art of facial reconstruction. *JPRAS Open*. 2024 Oct 12; 42:338-43. doi: 10.1016/j.jptra.2024.10.004. PMID: 39583298; PMCID: PMC11584519.
- Rogan DT, Hohman MH, Ahmed A. Pediatric Facial Fractures. 2024 Mar 16. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 33085403.
- von Arx T, Tamura K, Yukiya O, Lozanoff S. The Face – A Vascular Perspective. A literature review. *Swiss Dent J*. 2018 May 14;128(5):382-92. doi: 10.61872/sdj-2018-05-405. PMID: 29734800.
- Ghosh R, Gopalkrishnan K. Associated Injuries Related to Patients With Facial Fractures. *Cranio-maxillofac Trauma Reconstr*. 2023 Mar;16(1):10-14. doi: 10.1177/19433875211069024. Epub 2022 Jan 3. PMID: 36824190; PMCID: PMC9941296.
- Gómez Roselló E, Quiles Granado AM, Artajona Garcia M, Juanpere Martí S, Laguillo Sala G, Beltrán Mármol B, Pedraza Gutiérrez S. Facial fractures: classification and highlights for a useful report. *Insights Imaging*. 2020 Mar 19;11(1):49. doi: 10.1186/s13244-020-00847-w. PMID: 32193796; PMCID: PMC7082488.
- De M, Sagar S, Dave A, Kaul RP, Singhal M. Complicated Facial Lacerations: Challenges in the Repair and Management of Complications by a Facial Trauma Team. *Cranio-maxillofac Trauma Reconstr*. 2023 Mar;16(1):39-54. doi: 10.1177/19433875211064512. Epub 2022 Feb 1. PMID: 36824182; PMCID: PMC9941298.
- Kim H, Han JG, Park HY, Choung YH, Jang JH. Relationship Between Facial Bone Fractures and the Risk of Post-traumatic Complications: A Hypothesis on the Cushion Effect of the Facial Skeletons in Temporal Bone Fractures. *J Korean Med Sci*. 2023 Jul 10;38(27): e215. doi: 10.3346/jkms.2023.38. e215. PMID: 37431543; PMCID: PMC10332952.
- Boljevic T, Pelicic D, Terzic Z, Bojic M. Complications in patients with facial bone fractures before and after conservative and surgical treatment, their comparison and correlation with different factors. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023 Nov;27(22):11073-81. doi: 10.26355/eur-rev_202311_34476. PMID: 38039038.
- Zeiderman MR, Pu LLQ. Contemporary reconstruction after complex facial trauma. *Burns Trauma*. 2020 Feb 28;8: tkaa003. doi: 10.1093/burnst/tkaa003. PMID: 32341916; PMCID: PMC7175762.
- Braun TL, Maricevich RS. Soft Tissue Management in Facial Trauma. *Semin Plast Surg*. 2017 May;31(2):73-9. doi: 10.1055/s-0037-1601381. PMID: 28496386; PMCID: PMC5423789.
- Espinosa MC, Hohman MH, Sivam S. Oral and Maxillofacial Surgery, Facial Laceration Repair. 2023 May 26. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 34033346.
- Zeidan T, Kassouf E, Ahmadi N, Nassar A, Jabbour G, Sleilati F. The Different Surgical Approaches to Maxillofacial Reconstruction after Ballistic Trauma. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2024 Aug 13;12(8): e6066. doi: 10.1097/GOX.0000000000006066. PMID: 39139837; PMCID: PMC11321747.
- Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Reconstruction of Lat-eral Mandibular Defects with Soft Tissue Loss: The Role

- of the Submental Flap. *Iran J Otorhinolaryngol*. 2018 Jul;30(99):203-7. PMID: 30083526; PMCID: PMC6064762.
18. Sinha V, Chaudhary N, Jha SG, Chaudhari NP, Rathva KR. Management of Maxillofacial Trauma in Road Traffic Accident (RTA) at Tertiary Care Center. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2022 Oct;74(Suppl 2):1246-1252. doi: 10.1007/s12070-020-02299-6. Epub 2021 Jan 7. PMID: 36452780; PMCID: PMC9702397.
 19. Tarassoli SP, Shield ME, Allen RS, Jessop ZM, Dobbs TD, Whitaker IS. Facial Reconstruction: A Systematic Review of Current Image Acquisition and Processing Techniques. *Front Surg*. 2020 Dec 7; 7:537616. doi: 10.3389/fsurg.2020.537616. PMID: 33365327; PMCID: PMC7750399.
 20. Wang J, An YX, Shi YL, Liu LP, Zhao YQ, Wu F, Wei HB. A digital workflow to predict facial aesthetics in patients with maxillofacial trauma with implant retained prostheses. *J Prosthodont Res*. 2023 Jul 31;67(3):481-6. doi: 10.2186/jpr.JPR_D_22_00112. Epub 2023 Jan 20. PMID: 36682789.
 21. Rashid A, Feinberg L, Fan K. The Application of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) on the Diagnosis and Management of Maxillofacial Trauma. *Diagnostics* (Basel). 2024 Feb 8;14(4):373. doi: 10.3390/diagnostics14040373. PMID: 38396412; PMCID: PMC10888223.
 22. Zainul Z, Ma B, Koka M, Wilkerson JL, Ortiz YT, Kerosuo L, Chandran V. Novel roles of phentolamine in protecting axon myelination, muscle atrophy, and functional recovery following nerve injury. *Sci Rep*. 2022 Feb 28;12(1):3344. doi: 10.1038/s41598-022-07253-w. PMID: 35228612; PMCID: PMC8885794.
 23. Mehta A, Rathod R, Virk RS, Bashyal B. Reversal of vision loss after traumatic optic neuropathy. *BMJ Case Rep*. 2020 Dec 22;13(12):e238461. doi: 10.1136/bcr-2020-238461. PMID: 33370994; PMCID: PMC7757461.
 24. Zainul Z, Heikkinen A, Koivisto H, Rautalahti I, Kallio M, Lin S, Härönen H, Norman O, Rüegg MA, Tanila H, Pihlajaniemi T. Collagen XIII Is Required for Neuromuscular Synapse Regeneration and Functional Recovery after Peripheral Nerve Injury. *J Neurosci*. 2018 Apr 25;38(17):4243-58. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3119-17.2018. Epub 2018 Apr 6. PMID: 29626165; PMCID: PMC6596032.
 25. Modrak M, Talukder MAH, Gurgenashvili K, Noble M, Elfar JC. Peripheral nerve injury and myelination: Potential therapeutic strategies. *J Neurosci Res*. 2020 May;98(5):780-95. doi: 10.1002/jnr.24538. Epub 2019 Oct 13. PMID: 31608497; PMCID: PMC7072007.
 26. Yue L, Talukder MAH, Gurjar A, Lee JI, Noble M, Dirksen RT, Chakkalakal J, Elfar JC. 4-Aminopyridine attenuates muscle atrophy after sciatic nerve crush injury in mice. *Muscle Nerve*. 2019 Aug;60(2):192-201. doi: 10.1002/mus.26516. Epub 2019 May 30. PMID: 31093982; PMCID: PMC7397862.
 27. Han GH, Peng J, Liu P, Ding X, Wei S, Lu S, Wang Y. Therapeutic strategies for peripheral nerve injury: decellularized nerve conduits and Schwann cell transplantation. *Neural Regen Res*. 2019 Aug;14(8):1343-51. doi: 10.4103/1673-5374.253511. PMID: 30964052; PMCID: PMC6524503.