

Literature Review

Maxillofacial Injuries Due to Firearms (Ballistics)

¹Iriani Febrina, ²Antonius Winoto Suhartono, ³Almasyifa Herlingga Rahmasari Amin, ⁴Elza Ibrahim Auerkari

¹Master's Program in Basic Dental Sciences, Division of Forensic Odontology, Department of Oral Biology, Faculty of Dentistry, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia.

^{2,3,4}Specialist Program in Forensic Odontology, Department of Oral Biology, Faculty of Dentistry, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia.

Received date: November 30, 2023

Accepted date: March 4, 2024

Published date: April 22, 2025

KEYWORDS

Firearms, injury, maxillofacial



DOI : 10.46862/interdental.v21i1.8031

ABSTRACT

Introduction: Maxillofacial injuries caused by firearms can vary in severity and tissue damage, with the severity determined by the characteristics and nature of the bullet and the anatomical structures involved. The extent of tissue damage is also influenced by the distance from the shot. Injuries from low-velocity firearms result in less extensive damage compared to those caused by high-velocity firearms, where tissue damage may involve extensive hard and soft tissues, marked by a zone surrounding the damaged tissue vulnerable to progressive necrosis due to disrupted blood supply and wound sepsis.

Review: For a physician, basic knowledge about firearms, ammunition composition, and the mechanism of firearm discharge is essential for proper understanding and interpretation of the resultant injuries or trauma. Firearms can be grouped based on barrel length, such as short-barreled firearms like revolvers and pistols, and long-barreled firearms like shotguns and rifles. Firearms can also be categorized based on their rifling, with rifled and non-rifled barrel firearms. Furthermore, firearms can be classified based on their bullet velocity, categorized as low-velocity firearms and high-velocity firearms.

Conclusion: Maxillofacial injuries can vary in severity and tissue damage caused by firearms. Injuries caused by high-velocity firearms exhibit a greater degree of severity and tissue damage compared to those caused by low-velocity firearms. Infection prevention should involve early administration of penicillin antibiotics and early wound control by sealing the mucosa with waterproof materials.

Corresponding Author:

Elza Ibrahim Auerkari
Specialist Program in Forensic Odontology, Department of Oral Biology
Faculty of Dentistry, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
Email: eauekari@yahoo.com

How to cite this article: Febrina I, Suhartono AW, Amin AHR, Auerkari EI. (2025). Maxillofacial Injuries Due to Firearms (Ballistics). *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi* 21(1), 98-105. DOI: 10.46862/interdental.v21i1.8031

Copyright: ©2025 **Elza Ibrahim Auerkari** This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Authors hold the copyright without restrictions and retain publishing rights without restrictions.

Cedera Maxillofacial Akibat Senjata Api (Balistik)

ABSTRAK

Pendahuluan: Cedera wajah (maxillofacial) akibat senjata api dapat bervariasi dalam tingkat keparahan dan kerusakan jaringan, dimana tingkat keparahan ditentukan oleh karakteristik dan sifat peluru dan struktur anatomi yang terlibat, sedangkan tingkat kerusakan jaringan juga dipengaruhi oleh jarak dari tembakan. Pada cedera akibat senjata api kecepatan rendah (*low-velocity*) menghasilkan kerusakan yang tidak seluas cedera yang dihasilkan oleh senjata kecepatan tinggi (*high-velocity*), di mana kerusakan jaringan dapat meliputi jaringan keras dan lunak yang luas dan ditandai dengan zona sekita jaringan yang rusak yang rentan terhadap nekrosis progresif akibat dari suplai darah yang terganggu dan sepsis luka.

Tinjauan: Bagi seorang dokter, pengetahuan dasar tentang senjata api, komposisi amunisi, dan mekanisme pelepasan senjata api diperlukan untuk pemahaman dan interpretasi yang tepat dari cedera atau trauma yang ditimbulkan. Senjata api dapat dikelompokkan berdasarkan panjang larasnya, yaitu senjata api laras pendek seperti revolver dan pistol serta senjata api laras panjang seperti shotgun dan rifle. Senjata api juga dapat dikelompokkan berdasarkan alur larasnya seperti senjata api dengan laras beralur dan laras tak beralur. Senjata api dapat diklasifikasikan pula berdasarkan kecepatan pelurunya, yaitu senjata api dengan kecepatan rendah (*low-velocity*) dan senjata api dengan kecepatan tinggi (*high-velocity*).

Simpulan: Cedera maxillofacial dapat bervariasi dari tingkat keparahan dan kerusakan jaringannya yang diakibatkan oleh senjata api. Cedera yang dihasilkan oleh senjata api dengan kecepatan tinggi (*high-velocity*) lebih besar derajat keparahan dan kerusakan jaringannya dibandingkan dengan senjata api dengan kecepatan rendah (*low-velocity*). Pencegahan infeksi harus diberikan antibiotik penisilin sedini mungkin dan dilakukan kontrol luka dini dengan menutup mukosa dengan bahan kedap air.

KATA KUNCI: Cedera, maxillofacial, senjata api

PENDAHULUAN

Trauma akibat senjata api (balistik) terus menimbulkan masalah kesehatan, cedera yang dihasilkan dapat menyebabkan kerusakan pada wajah sehingga harus dilakukannya rekonstruksi wajah hingga kematian pada kasus cedera yang parah. Tingkat keparahan tersebut tergantung oleh banyak faktor termasuk jenis senjata yang digunakan dan lokasi anatomis yang terlibat.¹ Trauma balistik umumnya diterapkan pada cedera yang disebabkan oleh peluru senjata api, akan tetapi seringkali digunakan untuk cedera yang disebabkan oleh ledakan meskipun berlaku untuk komponen fragmentasi dari ledakan atau ledakan sekunder. Kasus cedera maxillofacial akibat senjata api berkaitan dengan jenis senjata yang digunakan saat perlukaan. Sebagian besar cedera senjata api berasal dari senjata dengan kecepatan rendah (*low-velocity*) seperti pistol dan senjata api berkecepatan tinggi (*high-velocity*) seperti senapan.²

Trauma senjata api terkait yang terjadi pada regio maxillofacial sering mempengaruhi struktur neurocranium atau leher, berdasarkan kriteria saat ini kepala, wajah, dan leher dianggap terpisah dalam konteks trauma balistik. Hal

ini disebabkan oleh kompleksnya anatomi dan artikulasi struktur maxillofacial yang menghasilkan pola cedera yang berbeda.³

TINJAUAN

Trauma Balistik

Balistik adalah ilmu tentang peluru, salah satu ilmu mekanika yang berhubungan dengan gerakan, sifat, dan efek dari proyektil. Balistik dibagi menjadi balistik interior, balistik eksternal, dan balistik terminal. Balistik interior adalah studi tentang proyektil dalam senjata api, balistik eksterior adalah studi yang berkaitan dengan sifat proyektil setelah meninggalkan laras, sedangkan terminal balistik adalah studi tentang gerakan dan efek proyektil dalam jaringan atau perubahan yang disebabkan ketika peluru menembus tubuh manusia atau hewan. Trauma balistik dapat dianggap sebagai subdivisi dari balistik terminal dengan gerakan dan efek dari proyektil dalam jaringan.⁴

Konsep luka tembak (luka yang disebabkan oleh senjata api) yang diketahui pada umumnya adalah peluru dapat menembus seseorang seperti 'drilling' yang rapi

melalui struktur jaringan yang dilewatinya, dan konsep tersebut adalah salah. Saat peluru bergerak melalui tubuh, peluru tersebut meremukkan dan merobek-robek atau mencabik jaringan pada jalurnya dan menghasilkan rongga yang jauh lebih besar dari diameter peluru pada luka keluarnya secara radial. Lokasi, ukuran, dan bentuk rongga dalam suatu benda bergantung pada sifat peluru, jumlah energi kinetik yang hilang oleh peluru dalam lintasannya menuju jaringan, seberapa cepat energi hilang, dan elastisitas dan kepadatan jaringan.⁴

Sebuah proyektil yang bergerak, berdasarkan gerakannya sebuah proyektil memiliki energi kinetik. Energi ini ditentukan oleh berat dan kecepatannya, dengan rumus: $K.E. = WV^2 / 2g$ dimana 'g' adalah percepatan gravitasi, 'W' adalah berat peluru, dan 'V' adalah kecepatan. Dari rumus tersebut dapat dilihat bahwa kecepatan lebih berperan dalam menentukan besarnya energi kinetik yang dimiliki peluru dibandingkan dengan beratnya. Jumlah energi kinetik yang hilang tergantung pada empat faktor utama, yaitu: Besarnya energi kinetik yang dimiliki peluru, sudut kemiringan peluru pada saat tumbukan, peluru itu sendiri (kaliber, konstruksi, dan konfigurasi), dan pula densitas, kekuatan, dan elastisitas jaringan yang terkena peluru serta Panjang lintasan luka. Semakin padat jaringan yang dilewati peluru, semakin besar perlambatan dan semakin besar hilangnya energi kinetik sebuah peluru.²

Peran Forensik Balistik

Senjata api adalah setiap instrument atau perangkat yang dirancang untuk mendorong proyektil dengan menggunakan kekuatan ekspansif gas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan peledak. Forensik balistik dapat dianggap sebagai ilmu yang berhubungan dengan penyelidikan senjata api, amunisi, dan masalah yang menyertai penggunaannya. Bagi seorang dokter, pengetahuan dasar tentang senjata api, komposisi amunisi, dan mekanisme pelepasan senjata api diperlukan untuk pemahaman dan interpretasi yang tepat dari cedera atau trauma yang ditimbulkan. Namun ahli medis bukanlah ahli balistik, dan oleh karena itu harus membatasi diri saat memberikan bukti di pengadilan pada interpretasi cedera pada tubuh dan dalam generalisasi yang luas. Contohnya

dalam memberikan pendapat atau kesimpulan dalam Visum et Repertum (VeR), seorang dokter tidak dibenarkan menggunakan istilah jenis senjata (pistol atau revolver), karena seorang dokter tidak melihat sendiri kejadian saat terjadinya penembakan, maka yang hanya disampaikan adalah 'luka oleh karena senjata api dengan kaliber 0.38 dengan alur ke kiri'. Sedangkan Ahli balistik harus berpendapat tentang jarak tembakan yang tepat, sifat senjata yang terlibat dalam kejahatan, sifat amunisi, dan lain sebagainya.^{4,5}

Klasifikasi Senjata Api

Senjata api dapat dikelompokkan berdasarkan panjang larasnya: (1) Senjata api laras pendek: (a) Revolver, adalah senjata yang mempunyai metal drum dengan tempat penyimpanan 6 peluru yang berputar setiap kali 'trigger' ditarik dan menempatkan peluru baru pada posisi siap untuk ditembakkan; (b) Pistol, adalah senjata dengan mekanisme kerja peluru disimpan di dalam sebuah silinder yang diputar dengan menarik pemicunya. (2) Senjata api laras panjang, senjata jenis ini termasuk senjata berkekuatan tinggi dengan daya tembak sampai 3000 m, dan menggunakan peluru yang lebih panjang. Dibagi menjadi dua, yaitu (a) *shotgun* atau biasa disebut dengan senapan tabur, dimana senjata ini dirancang untuk dapat melepaskan butir-butir tabur ganda lewat larasnya, dan memiliki moncong senapan halus. (b) Rifle, senapan ini mengisi pelurunya sendiri, dan mampu melakukan tembakan otomatis sepenuhnya, mempunyai kapasitas magasin yang besar dan dilengkapi ruang ledak untuk peluru senapan dengan kekuatan sedang.⁴

Senjata api juga dapat dikelompokkan berdasarkan alur larasnya: (1) Laras beralur (*Rifled Bore*). Agar anak peluru dapat berjalan stabil dalam lintasannya, permukaan dalam laras dibuat beralur spiral dengan diameter yang sedikit lebih kecil dari diameter anak peluru, sehingga anak peluru yang didorong oleh hasil pembakaran bahan peledak, saat melalui laras, dipaksa untuk bergerak maju sambil berputar sesuai porosnya, dan akan memperoleh gaya sentripetal sehingga anak peluru tetap dalam posisi dan lintasannya setelah lepas laras menuju sasaran. Alur laras ini dikelompokkan menjadi (a) Senjata api dengan laras beralur kiri dan (b) Senjata api dengan laras beralur

kanan. Pada pemeriksaan forensic dapat diketahui dari anak peluru yang terdapat pada tubuh korban yaitu adanya goresan dan alur yang memutar kearah kiri atau kanan bila dilihat dari basis anak peluru. Ada pula (2) Laras tak beralur atau laras licin (*Smooth Bore*), senjata api ini memiliki laras bagian dalam yang licin atau tidak beralur, dimana diameter ujung laras bisa berbeda ukuran. Biasanya senjata ini menggunakan peluru berbentuk bola-bola kecil atau pellete, yang terdapat dalam satu amunisi dan dalam satu kali tembakan, contohnya adalah *Shotgun*.⁴ Senjata api dapat diklasifikasikan pula berdasarkan kecepatan pelurunya, yaitu senjata api dengan kecepatan rendah (*low-velocity*) dan senjata api dengan kecepatan tinggi (*high-velocity*), dimana kedua klasifikasi ini digunakan dalam penyebab cedera pada maxillofacial.³

Mekanisme Luka Tembak

Mekanisme luka tembak pada jaringan diawali dengan meregangnya kulit sebelum peluru berpenetrasi kedalam jaringan yang mengakibatkan rusaknya elastisitas kulit dan menghasilkan tekukan kulit kearah dalam. Saat peluru menembus keluar jaringan, peluru dari dalam jaringan merusak kulit dan menghasilkan tertekuknya kulit kearah luar.⁶ Peluru yang menembus jaringan akan menghasilkan luka tembak yang menyebabkan kerusakan pada jaringan tersebut. Dalam proses perlukaan, sebagian atau seluruh energi kinetik peluru harus diserap oleh jaringan target dimana energi tersebut dihamburkan sebagai panas, *noise*, dan gangguan mekanis lainnya. Energi kinetik yang dihasilkan oleh peluru mengakibatkan terjadinya laserasi pada jaringan. Kerusakan sekunder dapat terjadi apabila terdapat ruptur pembuluh darah atau struktur lainnya yang akan menyebabkan infark atau infeksi.⁴

Lesatan peluru dengan kecepatan tinggi (*high-velocity*) dapat membentuk rongga yang dihasilkan oleh Gerakan sentrifugal pada peluru sampai peluru keluar dari jaringan, dan diameter rongga ini akan lebih besar daripada diameter peluru. Pada organ dengan konsistensi yang padat, tingkat kerusakan jaringan akan lebih tinggi dibandingkan organ yang berongga. Tiga mekanisme luka tembak yang paling sering mengakibatkan kematian, adalah: (1) kehilangan darah massif atau perdarahan, (2)

trauma, tergantung pada jenis peluru dan bagian yang cedera, apabila peluru menembus organ penting seperti otak, sistem saraf, dan paru-paru, maka akan menyebabkan kematian secara langsung, dan (3) infeksi, akibat penetrasi peluru kedalam jaringan yang menghasilkan luka terbuka, maka akan berpotensi adanya kontaminasi bakteri yang apabila tidak diobati dapat menyebabkan infeksi berat hingga kematian.⁷

Jenis Luka Tembak

Luka yang dihasilkan oleh peluru dapat digolongkan menjadi (1) luka tembus atau penetrasi, adalah saat peluru tertanam pada jaringan. Biasanya diakibatkan kendali dengan kecepatan tumbukan yang rendah, dengan titik masuk kecil.⁸ (2) Luka berlubang atau perforasi, adalah saat peluru yang berpenetrasi menghasilkan luka keluar yang seringkali lebih besar daripada luka masuknya. Dan biasanya dihasilkan oleh peluru berkecepatan lebih tinggi.⁷ Ada pula cedera avulsi atau ablatif, umumnya ditandai dengan hilangnya tulang dan jaringan lunak yang signifikan⁹ hal ini disebabkan oleh ledakan senapan jarak dekat, di mana luka avulsi disebabkan oleh beberapa pelet yang berdekatan, atau oleh peluru senapan kecepatan tinggi yang dapat menimbulkan luka tembak masif, patah tulang, atau keduanya; luka avulsi dapat dianggap sebagai bagian dari luka perforasi.⁸

Cedera Maxillofacial akibat Senjata Api

Beberapa laporan klinis mencatat bahwa cedera intracranial umumnya terkait dengan luka tembak pada wajah. Dalam penelitian sebelumnya tentang biomekanik dari cedera pada wajah, mengungkapkan bahwa daya toleransi tulang wajah terhadap kekuatan kekerasan antara 50-100 gram. Kepala manusia dewasa rentan terkena gaya 80 gram dalam kecepatan 30 mph yang dapat mengakibatkan kerusakan parah pada wajah dan kepala.¹⁰ Adapula penelitian lain yang menghubungkan antara tekanan kekuatan dan balistik, apabila peluru berkecepatan tinggi (*high-velocity*) dapat menyebabkan cedera otak

yang diakibatkan oleh getaran kuat oleh akselerasi peluru pada kepala, hal ini menjadi alasan utama cedera otak dan maxillofacial akibat senjata api kecepatan tinggi (*high-velocity*).⁷ Tekanan luka dari tulang rahang atas (*maxilla*) dapat mengalir langsung ke tulang tengkorak tanpa obstruksi, hal ini dapat menyebabkan perubahan bentuk tulang tengkorak dan mengakibatkan fraktur basis kranial apabila tekanan yang diterima cukup kuat terutama pada saat jalur balistik lebih dekat ke dasar tengkorak. Tetapi berbeda apabila cedera terjadi pada mandibula dan tulang temporal, tekanan dari tulang mandibula ke tulang tengkorak dihalangi oleh sendi temporomandibular yang dapat mencegah penyebaran cedera dari mandibula ke tengkorak.³

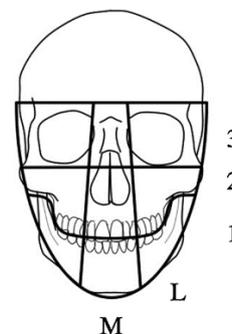
PEMBAHASAN

Cedera maxillofacial yang diakibatkan oleh trauma senjata api biasanya diklasifikasikan sebagai luka penetrasi atau perforasi. Masing-masing dari kategori ini ditentukan oleh lokasi dari terminal proyektil tersebut dan juga efek luka.¹¹ Cedera senjata api maxillofacial memiliki variasi pada tampilan klinisnya tergantung pada struktur anatomi yang terlibat. Pada wajah bagian atas, yang menjadi perhatian utama adalah cedera pada orbital atau kranial serta organ di dalamnya^{12,13,14} sedangkan pada wajah bagian bawah, kerusakan terjadi pada lapisan intraoral yang menciptakan fraktur balistik yang rumit.^{15,16} Cedera pada mandibula seringkali mengakibatkan kerusakan pada tulang^{17,18} terutama pada anterior mandibula, tergantung dengan kaliber atau kecepatan proyektil saat ditembakkan.¹ Peluru dengan tembakan bersudut yang melalui anterior mandibula dapat menyebabkan cedera avulsi.⁸ Tulang-tulang bagian tengah wajah (*midface*) mandibula juga rentan terhadap fraktur karena konstruksinya tipis dan konstruksinya seperti '*honey comb*', akan tetapi patah tulang yang dihasilkan umumnya lebih kecil dari pada trauma pada mandibula karena kemampuan untuk menyerap energi dalam jumlah yang terbatas.¹⁷ Meskipun efek dari balistik sangat berpotensi merusak, akan tetapi antara 15%-40% dari luka pada wajah hanya melibatkan jaringan lunak.³

Luka tembak pada wajah biasanya diklasifikasikan sebagai luka akibat senjata '*low-velocity*' atau '*high-velocity*', akan tetapi dapat dikategorikan pula menurut karakteristik dari transfer energi di sepanjang jalur peluru, yang berkorelasi dengan besarnya cedera pada jaringan dan kehilangan jaringan.¹⁹ Cedera yang disebabkan oleh energi '*low-velocity*' biasanya menyebabkan luka non-avulsi, luka perforasi, dan disertai beberapa fraktur pada titik penetrasi peluru pada tulang.¹³ Cedera yang diakibatkan oleh energi '*high-velocity*' biasanya menyebabkan luka avulsi, melibatkan jaringan keras dan sedikit kehilangan jaringan lunak pada tepi luka.²

Zona cedera dari luka tembak akan terlihat lebih luas dari pertama kali terlihat²⁰, area cedera ini berkembang akibat peradangan dan terganggunya sirkulasi darah. Cedera pada daerah maxillofacial berpotensi mematikan atau melumpuhkan tergantung pada anatomi peluru daripada karakteristik transfer energinya.³

Bagian tengkorak frontal merupakan salah satu bagian tulang yang sering terlibat pada sebagian kasus yang dikaitkan dengan serangan senjata api. Dalam beberapa penelitian lainnya, tulang tengkorak dibagi menjadi tiga pembagian klasik: (1) sepertiga wajah atas, (2) sepertiga wajah tengah, dan (3) sepertiga wajah bawah. Pembagian ini biasa digunakan untuk menggambarkan lokasi luka tembak pada wajah^{12,14}, akan tetapi lokasi luka pada daerah frontal mewakili cedera intracranial.²¹ *Be nateau et al.*, membedakan pusat dari daerah wajah lateral yang masing-masing dibagi menjadi *lower* (mandibula), *middle* (*maxilla*), dan *upper unit*.²



Gambar 1. Skema Klasifikasi Bentuk Cedera Balistik Maxillofacial

Skema klasifikasi bentuk cedera balistik maxillofacial oleh *Be nateau et al.*, menggambarkan M sebagai bagian wajah medial dan L sebagai bagian wajah

lateral; 1 sebagai area mandibula, 2 sebagai maxilla, dan 3 sebagai wajah bagian tengah atas seperti orbita dan nasoethmoidal complex. Cedera ditentukan oleh komponen subunitnya, dan masing-masing dicatat sebagai medial (M), atau lateral kanan (R) atau lateral kiri (L) diikuti dengan nomor yang menunjukkan masing-masing level.²

Luka tembak yang parah pada wajah biasanya terkait dengan upaya bunuh diri, dengan senjata (pistol) ditembakkan di bawah dagu, sementara leher dalam posisi lurus sehingga mengakibatkan luka yang tidak mematikan.²² Pada kasus seperti ini, senjata menghasilkan pola cedera yang khas melibatkan bagian tengah mandibula, dengan tingkat variable ke daerah midfacial lateral. Peluru terfragmentasi lebih awal oleh karena benturan dengan tulang mandibula yang padat dan menghasilkan lebih banyak kerusakan jaringan. Apabila tembakan diarahkan dengan posisi vertical, maka dapat terjadi penetrasi pada sinus frontal atau dasar tengkorak anterior. Jenis cedera dengan luka keluar lebih besar akan dihasilkan apabila tembakan dihasilkan oleh peluru senapan. Peluru senjata dengan kecepatan rendah (*low-velocity*) biasanya akan tertahan pada subkutane pada titik keluar melalui tulang frontal, disebabkan oleh sifat elastitas dari *scalp*, atau apabila saat moncong peluru dimasukan kedalam mulut.²²

Peluru dengan kecepatan rendah yang menembus bagian bawah wajah mengalami ketidakstabilan dengan cepat akibat pertemuan dengan mandibula dan biasanya tertanam dalam jaringan. Fraktur yang dihasilkan disertai dengan trauma jaringan lunak yang luas dan juga fragmen tulang dan gigi yang terdorong ke dasar mulut dan lidah.²² Cedera pada daerah ini dapat menyebabkan perdarahan yang massif dan berkembang menjadi hematoma sehingga terjadi gangguan saluran napas.² Pada peluru dengan kecepatan tinggi, menghasilkan tambahan fraktur ekstensif dengan serpihan tulang dan gigi yang hancur terdorong keluar dan menghasilkan luka tembak tipe ledakan.⁷

Dalam beberapa penelitian mengungkapkan bahwa sejumlah cedera paling sering terjadi pada wajah bagian tengah (*midface*).¹ Tergantung pada arah tembakan, lokasi masuknya peluru pada bagian tengah wajah lebih

memungkinkan terkait dengan penetrasi peluru intracranial.²³ Cedera *midfacial* bawah melibatkan beberapa regio seperti alveolus atas, langit-langit mulut, dan sinus maksilaris.¹ Pada cedera dengan energi tinggi, memungkinkan adanya kerusakan *nasal pyramid*.²⁰ Kerusakan pada bola mata paling sering terjadi pada cedera senjata api, yang dapat mempengaruhi daerah orbital dan nasoethmoidal complex, dan terkadang peluru yang menembus orbita akan keluar melalui temporomandibular joint (TMJ).³

Cedera yang diakibatkan oleh senjata api berjenis *shotgun* dengan desain pellet sebagai peluru senjata, cenderung untuk tertanam di dalam luka dan kehilangan energi penuh di dalam jaringan. Pola cedera yang dihasilkan oleh *shotgun* paling merusak jaringan akibat gas yang berkembang pesat melalui luka bersama dengan pellet. Tembakan *shotgun* pada submental dapat mematikan dikarenakan hancurnya struktur tulang dan jaringan lunak di jalur luka, dengan penetrasi peluru kedalam tengkorak bahkan bagian tengah wajah (*midface*) dapat hancur atau meledak.³

Luka tembak dapat terkontaminasi oleh bakteri pada saat tertembus oleh peluru dan dapat pula melalui permukaan luka yang terbuka. Pada penelitian lainnya mengatakan bahwa luka yang diakibatkan oleh peluru senapan militer dengan luka keluar yang besar, cukup rentan terhadap kontaminasi bakteri selama 6 jam setelah terjadinya luka akan tetapi dapat dicegah dengan pemberian penisilin.²³ Invasi dari lingkungan memiliki pengaruh lebih besar terhadap infeksi luka dibandingkan dengan inokulasi primer oleh peluru, dan hal ini yang dinamakan kontaminasi luka sekunder. Sekresi oronasal pada cedera maxillofacial dapat menjadi kontaminasi luka sekunder dan perlu dilakukannya kontrol luka dini dengan penutupan mukosa dengan bahan kedap air dan tanpa tegangan.²⁴ Penelitian kuantitatif bakteriologis eksperimental yang pernah dilakukan untuk penanganan cedera balistik maxillofacial mengungkapkan bahwa pemberian antibiotik dini perlu untuk dilakukan sebelum 6 jam pasca terjadinya luka, karena penundaan setelah 6 jam membuat pengobatan tersebut tidak efektif. Pedoman untuk cedera terkait pertempuran merekomendasikan pemberian antibiotik jangka pendek dimulai dalam waktu

3 jam setelah cedera, yaitu dengan memberikan antibiotik seperti penisilin, cephalosporin, atau clindamycin jika terjadi alergi.^{11, 23.}

SIMPULAN

Cedera maxillofacial dapat bervariasi dari tingkat keparahan dan kerusakan jaringannya yang diakibatkan oleh senjata api. Cedera yang dihasilkan oleh senjata api dengan kecepatan tinggi (high-velocity) lebih besar derajat keparahan dan kerusakan jaringannya dibandingkan dengan senjata api dengan kecepatan rendah (low-velocity). Tidak semua efek dari senjata api terhadap cedera maxillofacial menyebabkan kematian tergantung dari jenis senjata, peluru yang digunakan dan lokasi anatomis dari terjadinya cedera. Apabila cedera yang dihasilkan oleh peluru mengenai organ penting dalam tubuh seperti otak, sistem saraf, dan paru-paru, maka cedera ini dapat menyebabkan kematian secara langsung, akan tetapi sebab kematian oleh karena cedera senjata api juga dapat dihasilkan oleh karena perdarahan massif dan juga infeksi. Luka tembak pada wajah menggunakan shotgun adalah jenis luka terparah pada cedera maxillofacial, bahkan dapat mengakibatkan hancurnya wajah apabila terjadi pada daerah tengah wajah.

Infeksi dapat terjadi pada luka tembak oleh karena kontaminasi bakteri, faktor lingkungan sekitar luka lebih berpengaruh dibandingkan dengan faktor inokulasi primernya. Dalam pencegahan infeksi yang terjadi akibat luka tembak dapat diberikan antibiotik penisilin sedini mungkin sesaat setelah terjadinya luka tembak, dan apabila terjadi pada regio maxillofacial perlu dilakukan kontrol luka dini dengan menutup mukosa dengan bahan kedap air untuk menghindari sekresi oronasal yang dapat menimbulkan infeksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. da Rocha SS, Sales PHH, Carvalho PHRC, Maia RN, Gondim RF, Junior JM, Mello MJR. Mandibular traumas by gunshot. A systematic review with meta-analysis and algorithm of treatment. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2021; 59(3), 99-108. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2020.08.019>
2. Dougherty PJ, Fackler ML. Wound ballistics: the pathophysiology of wounding. In *Gunshot wounds 2011* (pp. 11-18). Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons.
3. Stefanopoulos PK, Soupiou OT, Pazarakiotis VC, Filippakis K. Wound ballistics of firearm-related injuries - Part 2: Mechanisms of skeletal injury and characteristics of maxillofacial ballistic trauma. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2015; 4: 67-78. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.07.012>
4. DiMaio, VJM. Third Edition Practical Aspects of Firearms, Ballistics, and Forensic Techniques. CRC press. 2015.
5. Monaghan AM. Maxillofacial ballistic injuries. In: Brooks AJ, Clasper J, Midwinter MJ, Hodgetts TJ, Mahoney PF, editors. *Ryan's ballistic trauma: a practical guide*. 3rd ed. London: Springer; 2011.
6. da Silva C.F., Rodrigues, C., Sol, I., de Almeida, V.L., 2020, Management of Jaw Fracture Caused by Gunshot Wound -Case Report, *Brazilian Journal of Development* 6(12):100157-100166 doi:10.34117/bjdv6n12-491
7. Jose A, Arya S, Nagori S. High-Velocity Ballistic Injuries Inflicted to the Maxillofacial Region. *Journal of Craniofacial Surgery* 2019; 30(6): 511-4. doi: <https://doi.org/10.1097/scs.00000000000005418>
8. Dodd MJ, Malcolm J, Byrne Karen. Terminal ballistics: a text and atlas of gunshot wounds. CRC Taylor & Francis; 2006. p. 212
9. Larry LC, Richard HH, Jason F. Firearm injuries to the maxillofacial region: an overview of current thoughts regarding demographics, pathophysiology, and management. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61(8): 932-942. Doi: [https://doi.org/10.1016/s0278-2391\(03\)00293-3](https://doi.org/10.1016/s0278-2391(03)00293-3)
10. Ariobimo, BN, Wibowo, MD, Abdurachman. Profile of Maxillofacial Fracture Patients at General Hospital in Surabaya. *Biomolecular and Health Science Journal* 2021; 4(1): 1-4. doi: <https://doi.org/10.20473/bhsj.v4i1.26723>

11. Giannou C, Baldan M, Molde A°. Injuries to bones and joints. War surgery: working with limited resources in armed conflict and other situations of violence, vol. 2. Geneva: International Committee of the Red Cross; 2013. p. 103–68.
12. Ke YK, Fang CY, Cheng YC, Hsu PC. Management of maxillofacial gunshot injury with severe tissue avulsion. *J Dent Sci.* 2023 Jan;18(1):482-483. doi: 10.1016/j.jds.2022.07.019
13. Tan Y, Zhou S, Jiang H. Biomechanical changes in the head associated with penetrating injuries of the maxilla and mandible: An experimental investigation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2002; 60(5): 552–6. doi: <https://doi.org/10.1053/joms.2002.31854>
14. Tomassini L, Asscani G, Mancini P, Cacaci C, Scendoni R. A case of emergency reconstructive surgery following facial destructive gunshot wounds: clinical and medico-legal assessments. *International Journal of Emergency Medicine* 2023; 16:90. doi: <https://doi.org/10.1186/s12245-023-00572-3>
15. Mittal O, Karagwal P. Disclosure of a gunshot wound to the cranium on the basis of bone beveling and fracture pattern in a death alleged from railway track accident – A mystery unveiled. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine* 2021; 43(4):403-409. doi:10.5958/0974-0848.2021.00102.0
16. Bartlett CS. Clinical update: gunshot wound ballistics. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 408:28–57. doi: <https://doi.org/10.1097/00003086-200303000-00005>
17. Naeem A, Gemal H, Reed D. Imaging in traumatic mandibular fractur. *Quant Imaging Med Surg* 2017;7(4):469-47. doi: <https://doi.org/10.21037/qims.2017.08.06>
18. Clasper JC, Hill PF, Watkins PE. Contamination of ballistic fractures: an in vitro model. *Injury* 2002; 33:157–60.
19. Rothschild MA. Conventional forensic medicine. In: Kneubuehl BP, Coupland RM, Rothschild MA, Thali MJ, editors. *Wound ballistics: basics and applications.* Berlin: Springer; 2011. h. 253–85.
20. Kieser DC, Riddell R, Kieser JA, Theis JC, Swain MV. Bone micro-fracture observations from direct impact of slow velocity projectiles. *J Arch Milit Med* 2014; 2: e15614. doi: 10.5812/jamm.15614
21. Norris O, Mehra P, Salama A. Maxillofacial Gunshot Injuries at an Urban Level I Trauma Center—10-Year Analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2017; 73 (8): 1532-1539. doi: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.03.019>
22. Johnson J, Markiewicz MR, Bell RB, Potter BE, Dierks EJ. Gun orientation in self- inflicted craniomaxillofacial gunshot wounds: risk factors associated with fatality. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012; 41: 895–901. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.05.013>
23. Nguyen MP, Savakus JC, Simske NM, Reich MS, Furdock R, Golob JF Jr, McDonald AA, Como JJ, Vallier HA. Single dose IV Antibiotic for Low-Energy Extremity Gunshot Wounds: A Prospective Protocol. *Ann Surg Open.* 2022 Feb 25;3(1):e136. doi: 10.1097/AS9.0000000000000136.
24. Hospenthal DR, Murray CK, Andersen RC, Bell RB, Calhoun JH, Cancio LC, et al. Guidelines for the prevention of infections associated with combat-related injuries. *J Trauma* 2011; 71(Suppl 2):S210–34. doi: 10.1097/TA.0b013e318227ac4b.