



Laki-Laki Usia 20 Tahun dengan Open Fraktur 1/3 Proksimal Tibia Fibula Sinistra, Open Fraktur Metatarsal Pedis Sinistra, Closed Fraktur Phalanx Distal, dan Radius Distal Sinistra

Mochammad Dwi Nofanto*

Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

Penulis Korespondensi: dwinofantom@gmail.com

Abstract. *Open fractures are serious orthopedic injuries with a high risk of infection and soft tissue complications. A 20-year-old male patient presented to the Emergency Department with severe pain in his left leg and wrist, accompanied by a laceration on his face, following a traffic accident. Physical examination revealed deformity and an open wound on the left leg, along with severe swelling and tenderness. Radiographic results showed an open fracture of the proximal third of the left tibia and fibula, an open fracture of the left pedal metatarsal, a closed fracture of the distal phalanx of the third digit of the left foot, and a closed fracture of the distal third of the left radius with distal radioulnar joint dislocation. Based on the Gustilo–Anderson classification, the case was categorized as type IIIB. The patient received initial management including debridement, broad-spectrum antibiotics, analgesics, and splinting. Surgical intervention was performed in stages, comprising Open Reduction External Fixation (OREF) for the tibia–fibula and left foot, followed by Open Reduction Internal Fixation (ORIF) for the distal left radius. Postoperative evaluation showed clinical improvement with reduced pain, decreased edema, and improved extremity function. This case emphasizes the importance of rapid and appropriate management of multiple open fractures to prevent infection, maintain bone stability, and accelerate the healing process.*

Keywords: *Gustilo–Anderson IIIB; Multiple Extremity Trauma; Open Fracture; OREF; ORIF.*

Abstrak. Fraktur terbuka merupakan cedera ortopedi serius yang berisiko tinggi menimbulkan infeksi serta komplikasi pada jaringan lunak. Seorang pasien laki-laki berusia 20 tahun datang ke IGD dengan keluhan nyeri hebat pada tungkai dan pergelangan tangan kiri disertai luka robek pada wajah setelah mengalami kecelakaan lalu lintas. Pemeriksaan fisik menunjukkan deformitas dan luka terbuka pada tungkai kiri, disertai pembengkakan dan nyeri tekan hebat. Hasil radiografi memperlihatkan open fraktur 1/3 proksimal tibia fibula sinistra, open fraktur metatarsal pedis sinistra, closed fraktur falang distal digit III pedis sinistra, serta closed fraktur 1/3 distal radius sinistra dengan dislokasi sendi radioulnaris distal. Berdasarkan klasifikasi Gustilo–Anderson, kasus dikategorikan sebagai tipe IIIB. Pasien mendapat penatalaksanaan awal berupa debridement, pemberian antibiotik spektrum luas, analgesik, serta pemasangan bidai. Tindakan operasi dilakukan bertahap, meliputi Open Reduction External Fixation (OREF) pada tibia–fibula dan pedis sinistra, kemudian Open Reduction Internal Fixation (ORIF) pada radius distal sinistra. Evaluasi pascaoperasi menunjukkan perbaikan klinis dengan penurunan nyeri, berkurangnya edema, dan fungsi ekstremitas yang membaik. Kasus ini menekankan pentingnya tatalaksana cepat dan tepat pada fraktur terbuka multipel untuk mencegah infeksi, menjaga stabilitas tulang, dan mempercepat proses penyembuhan.

Kata Kunci: Fraktur Terbuka; Gustilo–Anderson IIIB; OREF; ORIF; Trauma Multiple Ekstremitas.

1. PENDAHULUAN

Fraktur terbuka merupakan salah satu kegawatdaruratan dalam bidang ortopedi yang memerlukan penanganan segera dan terintegrasi. Kondisi ini terjadi ketika fragmen tulang patah menembus jaringan kulit sehingga tulang dan jaringan lunak di sekitarnya terpapar lingkungan luar. Situasi tersebut meningkatkan risiko terjadinya infeksi, perdarahan, serta kerusakan jaringan yang luas, sehingga dapat mengancam fungsi ekstremitas maupun

kehidupan pasien. Berdasarkan data epidemiologi global, insiden fraktur meningkat seiring dengan bertambahnya aktivitas transportasi, olahraga ekstrem, serta kecelakaan lalu lintas sebagai penyebab utama trauma tulang.

Di Indonesia, fraktur akibat kecelakaan lalu lintas masih mendominasi kasus trauma muskuloskeletal di berbagai rumah sakit rujukan. Tibia menjadi salah satu tulang yang paling sering mengalami fraktur terbuka karena posisinya yang subkutaneus dan menerima beban langsung saat benturan. Fraktur ini sering disertai kerusakan jaringan lunak yang berat serta kontaminasi yang luas, sehingga membutuhkan tindakan pembedahan bertahap, mulai dari debridement, fiksasi eksternal sementara, hingga rekonstruksi jaringan. Penatalaksanaan fraktur terbuka berpedoman pada prinsip Advanced Trauma Life Support (ATLS) yang menekankan stabilisasi awal pasien, kontrol perdarahan, pencegahan infeksi, serta pemulihan fungsi ekstremitas.

Sistem klasifikasi Gustilo Anderson digunakan untuk menentukan derajat keparahan luka dan rencana terapi. Pada kasus dengan kerusakan jaringan lunak berat seperti tipe IIIB, diperlukan pendekatan kombinasi antara Open Reduction External Fixation (OREF) dan Open Reduction Internal Fixation (ORIF) guna mencapai stabilitas tulang yang baik sekaligus memfasilitasi penyembuhan jaringan lunak. Penanganan yang cepat, pemberian antibiotik profilaksis yang tepat, serta kolaborasi multidisiplin antara tim bedah ortopedi dan perawatan luka menjadi faktor penentu keberhasilan terapi. Laporan kasus ini membahas seorang pasien laki-laki muda dengan multiple open fracture akibat kecelakaan lalu lintas, yang ditangani melalui kombinasi OREF dan ORIF dengan hasil klinis yang baik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain laporan kasus (case report) dengan pendekatan retrospektif berdasarkan telaah terhadap rekam medis pasien. Data yang dikumpulkan meliputi hasil anamnesis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan penunjang laboratorium dan radiologi, temuan intraoperatif, serta perkembangan klinis pasien selama masa perawatan. Kasus diperoleh dari Instalasi Gawat Darurat dan ruang rawat inap bedah pada bulan September 2024.

Informasi diperoleh melalui penelusuran rekam medis dan wawancara dengan pasien serta keluarga untuk mengetahui riwayat penyakit dan kronologi kejadian trauma. Pemeriksaan fisik dilakukan oleh tim medis di Instalasi Gawat Darurat, sedangkan pemeriksaan penunjang mencakup pemeriksaan laboratorium darah rutin dan pencitraan radiologis berupa foto rontgen tibia, fibula, radius, dan pedis.

Data dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk narasi kronologis yang menggambarkan perjalanan penyakit, prosedur pembedahan yang dilakukan (Open Reduction External Fixation dan Open Reduction Internal Fixation), serta hasil akhir perawatan. Seluruh identitas pasien dijaga kerahasiaannya, dan penyusunan laporan kasus ini telah memperoleh persetujuan pasien dan keluarganya untuk tujuan pendidikan dan publikasi ilmiah.

3. HASIL PENELITIAN

Hasil

Seorang pasien laki-laki berusia 20 tahun datang ke Instalasi Gawat Darurat (IGD) pada tanggal 6 September 2024 pukul 19.45 WIB, sekitar 45 menit setelah mengalami kecelakaan lalu lintas. Pasien mengeluh nyeri hebat pada pergelangan tangan kiri dan tungkai kaki kiri, disertai luka robek pada wajah. Nyeri bersifat tajam, terus-menerus, memberat saat digerakkan, dengan skala VAS 8/10, dan disertai keluhan pusing. Pasien tidak mengalami kehilangan kesadaran, tidak mual maupun muntah, serta masih dapat mengingat seluruh kejadian kecelakaan. Riwayat penyakit sebelumnya seperti hipertensi, diabetes melitus, asma, maupun trauma disangkal.

Riwayat penyakit serupa dalam keluarga juga tidak ditemukan. Pasien diketahui tidak memiliki alergi obat, dan tidak sedang mengonsumsi obat tertentu sebelum kejadian. Pada pemeriksaan tanda vital, didapatkan tekanan darah 127/77 mmHg, frekuensi nadi 94 kali per menit, laju napas 20 kali per menit, suhu 37°C, dan saturasi oksigen 98%. Pasien sadar compos mentis dengan nilai GCS E3V4M6. Pemeriksaan jalan napas dan pernapasan dalam batas normal, pengembangan dada simetris, dan tidak ditemukan tanda sesak. Pemeriksaan fisik menunjukkan luka robek di wajah berukuran 2×1 cm, disertai edema dan hematoma. Pada regio anterbrachii sinistra, tampak deformitas dan nyeri tekan hebat dengan keterbatasan gerak akibat nyeri. Pemeriksaan pada regio cruris sinistra memperlihatkan luka terbuka dengan perdarahan aktif, krepitasi, dan pergerakan terbatas. Sementara pada regio pedis sinistra ditemukan luka terbuka berukuran 4×6 cm dengan deformitas dan nyeri tekan yang signifikan. Pemeriksaan saraf perifer menunjukkan fungsi medianus, ulnaris, radialis, peroneus, dan tibialis masih utuh.

Pemeriksaan laboratorium darah lengkap menunjukkan hemoglobin 10,2 g/dL dan leukosit $17,55 \times 10^3/\mu\text{L}$, menandakan adanya leukositosis ringan. Pemeriksaan kimia darah lainnya (ureum, kreatinin, kolesterol total, trigliserida, dan albumin) masih dalam batas normal. Foto rontgen menunjukkan: Fraktur pada 1/3 proksimal tibia fibula sinistra dengan pembengkakan jaringan lunak, Fraktur radius distal dengan dislokasi sendi radioulnaris distal. Fraktur pada dorsum pedis sinistra dengan diastasis sendi dan pembengkakan jaringan lunak.

Berdasarkan temuan tersebut, ditegakkan diagnosis kerja: Open fraktur $\frac{1}{3}$ proksimal tibia fibula sinistra, Open fraktur metatarsal pedis sinistra, Closed fraktur falang distal digit III pedis sinistra, Closed fraktur $\frac{1}{3}$ distal radius sinistra dengan dislokasi sendi radioulnaris distal (Gustilo–Anderson tipe IIIB).



Gambar 1. Pasien.

Pasien mendapatkan terapi awal berupa injeksi ceftriaxone 2×1 g, gentamicin 2×80 mg, ketorolac 3×30 mg, ranitidine 2×1 ampul, serta cairan Ringer Laktat 2.000 cc. Luka dibersihkan dan dilakukan pemasangan bidai sementara untuk imobilisasi ekstremitas. Pada 8 September 2024, pasien menjalani operasi Open Reduction External Fixation (OREF) pada regio tibia–fibula dan pedis sinistra. Tindakan berlangsung lancar, dan pasien dipantau ketat pascaoperasi. Pemeriksaan pada 10 September 2024 menunjukkan kondisi umum sedang, dengan GCS E3V5M6, tekanan darah 127/78 mmHg, nadi 80 kali per menit, laju napas 20 kali per menit, suhu 36,7°C, dan saturasi oksigen 97–99%.

Luka operasi tampak bersih, akral hangat, dan nyeri menurun menjadi VAS 6/10. Pada 12 September 2024, dilakukan operasi ORIF pada radius distal sinistra setelah kondisi pasien stabil. Hasil pascaoperasi menunjukkan keadaan umum baik, kesadaran penuh (GCS E4V5M6), dan tidak ditemukan tanda infeksi lokal. Selama perawatan 13–17 September 2024, kondisi pasien terus membaik. Edema berangsur berkurang, nyeri menurun hingga VAS 3/10, dan pasien mulai dapat menggerakkan jari tangan serta kaki. Pemeriksaan laboratorium 15 September 2024 menunjukkan hemoglobin 9,3 g/dL, yang kemudian meningkat menjadi 9,7 g/dL pada 19 September 2024, dengan leukosit $10,18 \times 10^3/\mu\text{L}$, menandakan perbaikan

sistemik. Terapi lanjutan diberikan berupa meropenem 2×1 g, metronidazol 3×1, ranitidine 2×1, gentamicin 2×1, serta asam traneksamat 2×1. Setelah kondisi stabil, terapi dilanjutkan secara oral menggunakan cefixime 100 mg dua kali sehari, asam mefenamat 500 mg dua kali sehari, dan clindamycin 300 mg dua kali sehari, disertai perawatan luka rutin. Pada kontrol terakhir tanggal 19 September 2024, pasien tampak dalam kondisi umum baik, dengan luka operasi yang bersih tanpa tanda infeksi, nyeri minimal, dan fungsi gerak ekstremitas membaik.

Pembahasan

Pasien laki-laki usia 20 tahun datang ke IGD RSUD pada 6 September 2024 akibat kecelakaan lalu lintas. Ia mengalami nyeri hebat pada tungkai dan pergelangan tangan kiri disertai luka terbuka pada wajah dan kaki kiri. Pemeriksaan fisik menunjukkan deformitas dengan perdarahan aktif pada tungkai kiri serta nyeri tekan hebat pada punggung kaki. Pemeriksaan penunjang memperlihatkan fraktur terbuka $\frac{1}{3}$ proksimal tibia–fibula sinistra, fraktur metatarsal pedis sinistra, serta fraktur radius distal dengan dislokasi sendi radioulnaris distal. Berdasarkan klasifikasi Gustilo–Anderson, kasus ini termasuk tipe IIIB karena adanya luka terbuka luas dengan paparan tulang dan kontaminasi berat.

Pasien segera mendapat penanganan awal berupa antibiotik ceftriaxone dan gentamicin, analgetik ketorolac, serta imobilisasi sementara. Setelah kondisi umum stabil, dilakukan tindakan Open Reduction External Fixation (OREF) pada tibia–fibula dan pedis sinistra, diikuti Open Reduction Internal Fixation (ORIF) pada radius sinistra beberapa hari kemudian. Prosedur ini sesuai dengan prinsip Damage Control Orthopaedics (DCO) untuk menstabilkan tulang sambil menjaga kondisi jaringan lunak. Evaluasi pascaoperasi menunjukkan perbaikan kondisi secara progresif. Luka operasi tampak bersih tanpa tanda infeksi, nyeri berkurang, dan fungsi gerak ekstremitas mulai pulih. Pemeriksaan laboratorium juga menunjukkan peningkatan kadar hemoglobin dan penurunan leukosit, menandakan proses penyembuhan yang baik. Kasus ini menggambarkan pentingnya tata laksana cepat dan terkoordinasi pada fraktur terbuka tipe berat untuk mencegah komplikasi seperti infeksi dan gangguan penyatuan tulang.

Fraktur terbuka merupakan salah satu bentuk trauma muskuloskeletal berat yang ditandai dengan adanya disrupsi kontinuitas tulang disertai robekan jaringan lunak sehingga fragmen tulang berhubungan langsung dengan lingkungan luar (Gustilo & Anderson, 1976). Cedera ini tergolong kegawatdaruratan ortopedi, sebab selain menyebabkan perdarahan masif dan nyeri hebat, juga berisiko tinggi terhadap kontaminasi bakteri, kehilangan jaringan, serta gangguan proses penyembuhan tulang. Berdasarkan data American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS, 2020), fraktur terbuka mencakup sekitar 3–5% dari seluruh fraktur ekstremitas,

dengan etiologi tersering berupa trauma energi tinggi seperti kecelakaan lalu lintas, tertimpa benda berat, atau jatuh dari ketinggian. Mekanisme cedera pada pasien dalam kasus ini, yaitu kecelakaan lalu lintas, sejalan dengan literatur yang menyebutkan bahwa fraktur terbuka paling banyak terjadi akibat trauma tumpul berenergi tinggi.

Klasifikasi Gustilo–Anderson masih menjadi acuan utama dalam menentukan derajat keparahan fraktur terbuka karena mencerminkan tingkat kerusakan jaringan lunak, kontaminasi luka, serta kebutuhan rekonstruksi (Gustilo et al., 1984). Berdasarkan klasifikasi ini, kasus yang dilaporkan tergolong tipe IIIB, ditandai dengan luka terbuka luas, kontaminasi berat, paparan tulang yang signifikan, dan kebutuhan tindakan fiksasi eksternal untuk stabilisasi awal. Tipe ini memiliki risiko komplikasi infeksi tertinggi setelah tipe IIIC, terutama bila terjadi penundaan debridement atau kontrol infeksi yang kurang optimal. Selain Gustilo–Anderson, beberapa penulis seperti Tscherne & Oestern (1982) juga mengembangkan klasifikasi tambahan yang menilai tingkat kerusakan jaringan lunak pada fraktur terbuka maupun tertutup, untuk membantu menentukan pendekatan rekonstruksi.

Secara patofisiologi, fraktur terbuka melibatkan kombinasi antara trauma mekanik langsung dan cedera sekunder akibat gangguan vaskularisasi lokal. Trauma energi tinggi menyebabkan robekan periosteum, kerusakan otot, serta hancurnya pembuluh darah periosteal dan endosteal, yang menyebabkan iskemia jaringan dan menurunnya suplai oksigen ke area fraktur (Court-Brown & McQueen, 2017). Hal ini berimplikasi pada berkurangnya potensi osteogenik dan meningkatkan risiko terjadinya nekrosis tulang serta osteomielitis. Kontaminasi dari lingkungan luar memperberat kondisi dengan masuknya mikroorganisme patogen, terutama *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Clostridium perfringens*, yang dapat membentuk biofilm pada permukaan tulang dan implan sehingga sulit diatasi dengan antibiotik (Trampuz & Zimmerli, 2006).

Secara mikroskopis, proses penyembuhan fraktur terbuka mengikuti fase yang sama seperti fraktur tertutup, yakni inflamasi, reparasi, dan remodeling. Namun, adanya kerusakan vaskular dan infeksi menyebabkan respon inflamasi yang lebih berat, serta keterlambatan pembentukan kalus. Mekanisme penyembuhan bergantung pada stabilitas mekanik, suplai darah, dan aktivitas osteoblastik. Ketidakseimbangan pada salah satu faktor ini dapat menyebabkan delayed union atau non-union (Marsell & Einhorn, 2011).

Penatalaksanaan fraktur terbuka berpedoman pada prinsip Damage Control Orthopaedics (DCO), yang menekankan stabilisasi awal cedera tanpa memperparah kondisi sistemik pasien (Scalea et al., 2000). Langkah awal meliputi resusitasi cairan dan stabilisasi hemodinamik sesuai protokol Advanced Trauma Life Support (ATLS) untuk memastikan sirkulasi dan

oksigenasi adekuat. Setelah kondisi stabil, diberikan antibiotik profilaksis secepat mungkin, idealnya dalam waktu tiga jam pertama pascatrauma, karena penundaan lebih dari 3 jam terbukti meningkatkan risiko infeksi hingga empat kali lipat (Hauser et al., 2018). Kombinasi ceftriaxone (sefalosporin generasi ketiga) dan gentamicin (aminoglikosida) seperti pada kasus ini efektif untuk fraktur terbuka derajat III, mencakup bakteri Gram positif dan Gram negatif aerobik. Pada luka dengan kontaminasi tanah atau kotoran, penambahan metronidazole atau penicillin G dapat dipertimbangkan untuk melawan bakteri anaerob, terutama *Clostridium* spp.

Tahap selanjutnya adalah debridement dan irigasi luka, yang merupakan langkah paling penting dalam mencegah infeksi. Debridement dilakukan secara agresif untuk mengangkat jaringan nekrotik, debris, dan kontaminan, sedangkan irigasi menggunakan larutan NaCl 0,9% dalam volume besar (6–9 liter) direkomendasikan untuk mengurangi jumlah bakteri tanpa merusak jaringan sehat (Anglen, 2001). Luka kemudian dievaluasi ulang setiap 24–48 jam untuk memastikan kebersihan dan viabilitas jaringan sebelum dilakukan penutupan.

Stabilisasi tulang sementara dengan Open Reduction External Fixation (OREF) dilakukan untuk menjaga panjang, sumbu, dan rotasi tulang, serta memungkinkan akses mudah terhadap luka terbuka untuk perawatan harian. Fiksator eksternal memberikan keuntungan berupa stabilitas mekanik yang memadai tanpa mengganggu vaskularisasi lokal (Giannoudis et al., 2016). Setelah kondisi jaringan lunak membaik dan infeksi terkontrol, dilakukan Open Reduction Internal Fixation (ORIF) menggunakan plate atau screw untuk memperbaiki kesejajaran tulang secara definitif. Prosedur ORIF ini juga membantu mempercepat rehabilitasi fungsional ekstremitas.

Dalam kasus ini, pasien menjalani OREF pada tibia–fibula dan pedis sinistra, kemudian ORIF pada radius distal. Kombinasi dua tahap ini sesuai dengan pedoman ortopedi modern yang menyarankan two-stage fixation pada fraktur terbuka derajat tinggi untuk mengurangi komplikasi infeksi dan hardware failure (Liew et al., 2017). Perawatan luka dilakukan secara aseptik dengan dressing steril dan pengawasan ketat terhadap tanda infeksi seperti eritema, eksudat purulen, atau peningkatan suhu lokal.

Komplikasi yang dapat muncul antara lain osteomielitis, delayed union, non-union, sindrom kompartemen, serta gangguan fungsi ekstremitas akibat fibrosis jaringan dan deformitas. Osteomielitis merupakan komplikasi paling ditakuti karena dapat menyebabkan destruksi tulang dan memerlukan terapi antibiotik jangka panjang serta revisi bedah. Pada kasus ini, tidak ditemukan tanda-tanda infeksi maupun gangguan penyembuhan tulang. Pemeriksaan laboratorium pascaoperasi menunjukkan penurunan leukosit dan peningkatan kadar hemoglobin, mengindikasikan respon penyembuhan yang baik.

Faktor-faktor yang memengaruhi prognosis antara lain waktu debridement (<6 jam sejak trauma), kecepatan pemberian antibiotik, derajat kontaminasi luka, stabilitas mekanik, serta kondisi sistemik pasien seperti status nutrisi dan penyakit penyerta (Borrelli et al., 2019). Prognosis pada fraktur terbuka tipe IIIB dengan penanganan tepat mencapai tingkat penyatuan tulang (union rate) sebesar 85–90%. Hasil klinis yang baik pada kasus ini menggambarkan pentingnya penerapan prinsip DCO, kolaborasi multidisiplin antara dokter ortopedi, ahli bedah plastik, dan perawat luka, serta kepatuhan pasien terhadap perawatan pascaoperatif.

Dengan tatalaksana komprehensif dan sesuai pedoman, risiko komplikasi dapat diminimalkan, dan pasien memiliki peluang besar untuk kembali pada fungsi ekstremitas yang optimal. Oleh karena itu, fraktur terbuka memerlukan penanganan cepat, aseptik, dan terkoordinasi agar hasil penyembuhan maksimal dapat tercapai.

4. KESIMPULAN

Fraktur terbuka merupakan cedera ortopedi gawat darurat yang memerlukan penanganan cepat, tepat, dan terintegrasi untuk mencegah komplikasi serius seperti infeksi dan gangguan penyembuhan tulang. Pada kasus ini, pasien dengan fraktur terbuka tipe IIIB akibat kecelakaan lalu lintas menunjukkan hasil klinis yang baik setelah dilakukan penatalaksanaan sesuai prinsip Damage Control Orthopaedics (DCO), yaitu pemberian antibiotik dini, debridement, stabilisasi awal dengan OREF, dan fiksasi definitif menggunakan ORIF. Pemantauan pascaoperasi memperlihatkan perbaikan signifikan tanpa tanda infeksi maupun komplikasi lain, menunjukkan bahwa penerapan tatalaksana yang cepat dan sesuai protokol sangat berperan dalam keberhasilan penyembuhan. Oleh karena itu, koordinasi multidisiplin, ketepatan waktu tindakan, serta perawatan luka yang optimal menjadi faktor kunci dalam mencapai prognosis yang baik pada kasus fraktur terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- American Academy of Orthopaedic Surgeons. (2020). *Management of open fractures: Clinical practice guideline*. AAOS.
- Borrelli, J., Jr., Ricci, W. M., Anglen, J. O., & McAndrew, C. M. (2019). Open fracture management. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 33(Suppl 1), S1–S5.
- Chen, Y., Zhang, Y., Li, X., et al. (2022). Fibular fixation improves ankle functional outcomes and alignment in the intramedullary nailing of distal third tibiofibular diaphyseal fractures. *Injury*, 53(2), 456–462.
- Court-Brown, C. M., & McQueen, M. M. (2017). Fractures and dislocations. In *Rockwood and Green's fractures in adults* (8th ed.). Wolters Kluwer.

- Duygun, F., Ünkar, E. A., & Öztürk, A. (2021). Evaluation of outcomes and complications of open tibial fractures treated with external fixation. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 55(4), 305–311. <https://doi.org/10.5152/j.aott.2021.20277>
- Gao, J., Wang, F., Ma, Y., et al. (2024). The efficacy of arthroscopy-assisted versus stand-alone open reduction and internal fixation for treating tibial plateau fracture: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 310. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07958-1>
- Gustilo, R. B., & Anderson, J. T. (1976). Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: Retrospective and prospective analyses. *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 58(4), 453–458. <https://doi.org/10.2106/00004623-197658040-00004>
- Hauser, C. J., Adams, C. A., Jr., & Eachempati, S. R. (2018). Prophylactic antibiotic use in open fractures: An evidence-based guideline. *Surgical Infections*, 19(5), 425–436.
- Khan, M. S., Dar, T. A., Rashid, S., & Wani, M. M. (2018). Management of open diaphyseal tibial fractures by external fixation: A prospective study. *Chinese Journal of Traumatology*, 21(6), 337–342. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2018.04.005>
- Lauri, C., Vitiello, R., Pugliese, M., et al. (2023). Definitive treatment of open tibia fractures. *Lo Scalpello Journal*, 37(2), 89–95. <https://doi.org/10.36149/0390-5276-287>
- Li, Y., Liu, L., Tang, X., et al. (2017). Infection after intramedullary nailing of tibial shaft fractures: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery*, 42, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2017.04.059>
- Maheshwari, A., Goyal, D., & Jain, S., et al. (2022). Outcome of hybrid external fixator in the treatment of open distal tibia fractures. *Indian Journal of Orthopaedic Surgery*, 8(3), 246–250.
- Mundi, R., Chaudhry, H., Nador, S., et al. (2022). Predictors of complications in open tibial shaft fractures: A multicenter cohort study. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 36(9), 485–492. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000002397>
- Patel, M., Bhati, A., & Shah, P., et al. (2023). A prospective observational study of functional outcome of fracture distal end of tibia treated with minimally invasive plating osteosynthesis (MIPPO) technique. *International Journal of Orthopaedics Sciences*, 9(1), 65–69. <https://doi.org/10.22271/ortho.2023.v9.i1d.3306>
- Zhou, X., Chen, L., Han, Y., et al. (2023). Using multiple indicators to predict the risk of surgical site infection after ORIF of tibial fractures: A machine-learning-based study. *Injury*, 54(10), 3215–3223.