

Laporan Kasus

MANAJEMEN TRAUMA TEMBUS OTAK : LAPORAN KASUS

Asadullah¹, Endra Wibisono Harmawan¹, Resi Prastikarunia¹, Gunna Hutomo Putra¹, Heru Kustono¹, Aji Setia Utama¹, Komang Sena Adistira Artha¹, Tedy Apriawan², Abdul Hafid Bajamal¹.

¹Departemen Bedah Saraf, Rumah Sakit Umum Daerah dr. Soetomo, Surabaya.

²Departemen Bedah Saraf, Rumah Sakit Umum Daerah dr. Soetomo & Rumah Sakit Universitas Airlangga, Surabaya

Corresponding author e-mail : sevelkomodo@gmail.com

Abstrak

Pendahuluan. Trauma tembus otak merupakan kegawatan medis yang meskipun jarang terjadi namun sering mengakibatkan mortalitas dan morbiditas yang tinggi. Penanganan trauma tembus otak sendiri masih menjadi tantangan bagi para ahli bedah saraf di seluruh dunia. Manajemen yang optimal pada penanganan trauma tembus otak memerlukan pemahaman yang komprehensif terhadap mekanisme dan patofisiologi terjadinya cedera tersebut. Sampai saat ini penanganan standar pada kasus trauma tembus otak masih menjadi perdebatan. **Metode.** Artikel ini berbentuk serial kasus, kami melaporkan 3 kasus trauma tembus pada institusi kami. Artikel ini disusun dari berbagai referensi dan pengalaman kasus yang pernah ditangani di Rumah Sakit Umum Akademik Dr. Soetomo. **Hasil.** Pada pasien trauma tembus yang dilakukan kraniotomi debridement kurang dari 12 jam post trauma diikuti pemberian antibiotik profilaksis empirik dengan ceftriaxone dan metronidazole selama 7 hari dan antikejang phenytoin selama 7 hari didapatkan keluaran yang memuaskan. **Kesimpulan** Manajemen trauma tembus otak memerlukan metode diagnostic yang cepat dan tepat. Pemeriksaan CT scan kepala menjadi wajib untuk penegakan diagnosis trauma tembus kepala. CT angiografi diperlukan pada kasus kasus yang dicurigai menyebabkan lesi vaskular. Yang kemudian diikuti dengan penanganan operasi segera dan pemberian antibiotic yang tepat.

Kata Kunci: Trauma tembus otak, kraniotomi debridement, antibiotik profilaksis empiri, CT angiografi

Abstract

Introduction. Penetrating brain injury is a medical emergency which, although rare, often results in high mortality and morbidity. Management of penetrating brain injury itself is still a challenge for neurosurgeons around the world. Optimal management of the penetrating brain injury requires a comprehensive understanding of the mechanism and pathophysiology of the occurrence of these injuries. Until now the standard management of cases of penetrating brain trauma is still a debate. **Methods.** This article was case series, we reported 3 cases of penetrating trauma at this institution. This article was compiled from various references and experiences of cases that have been managed at the Dr. Soetomo Academic General Hospital. We got that penetrating brain injury patients who performed debridement craniotomy less than 12 hours post trauma followed by the administration of empirical prophylactic antibiotics with ceftriaxone and metronidazole for 7 days and anti seizure of phenytoin for 7 days. **Results.** A satisfactory outcome was obtained. **Conclusion.** Management of penetrating brain injury needs early diagnostic methods such as CT scan of the head and CT angiography for cases of suspected vascular lesions, followed by early operation procedure and administration of the right antibiotics.

Keywords: Penetrating brain injury, debridement craniotomy, empirical prophylactic antibiotics, CT angiography

Pendahuluan

Trauma tembus otak melingkupi setiap cedera dimana sebuah objek menembus tulang kepala serta lapisan meningen yang

membungkus otak.¹ Meskipun angka kejadiannya tidak sesering trauma kepala tertutup, trauma tembus otak memiliki prognosis yang lebih buruk.² Trauma tembus

<http://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/moluccamed>

kepala merupakan jenis yang paling mengancam nyawa dari semua trauma kepala.³ Hanya 10% pasien yang dapat bertahan sampai di rumah sakit, dan setengah dari pasien tersebut meninggal di ruang gawat darurat sedang yang setengah lagi menderita disabilitas berat karena cederanya.⁴

Berdasarkan kecepatan penetrasinya trauma tembus otak dapat dibagi menjadi dua kategori, penetrasi dengan kecepatan tinggi, seperti pada trauma tembak, dan penetrasi rendah biasanya disebabkan oleh benda-benda tajam seperti pisau, paku dan gunting.⁵

Pada masyarakat, trauma tembus otak biasanya disebabkan oleh benda-benda tajam dengan kecepatan yang relatif rendah berbeda dengan trauma tembus otak pada daerah peperangan dimana lebih sering ditemui trauma akibat senjata api dengan kecepatan tinggi, dan mengakibatkan cedera yang lebih kompleks serta mortalitas yang tinggi.^{2,6} Trauma tembus otak dengan kecepatan yang rendah memiliki prognosis yang lebih baik karena cedera primer yang ditimbulkan lebih terlokalisir.²

Meskipun trauma tembus otak dengan kecepatan yang rendah angka mortalitasnya tidak tinggi namun komplikasi post trauma seperti infeksi, kebocoran cairan serebrospinal, traumatik aneurisma, perdarahan intra ventrikel, sinus thrombosis merupakan masalah serius yang perlu diantisipasi.⁴

Metode

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Akademik Dr. Soetomo. Desain penelitian yang digunakan adalah serial kasus

dengan pendekatan deskriptik sebagai metode penjabarannya. Penulis membandingkan manajemen yang dilakukan di institusi kami dengan literature terkini.

Hasil

Kasus 1

Laki-laki, 43 tahun, datang ke IGD dengan keluhan mata kiri tertusuk kayu. Mata pasien tertusuk kayu saat menggergaji kayu 14 jam sebelum masuk rumah sakit. Mual (-), muntah (-), kejang (-), penurunan kesadaran (-), kelemahan ekstremitas (-). Pasien konsulan dari ts mata dengan benda asing intra orbital sinistra.

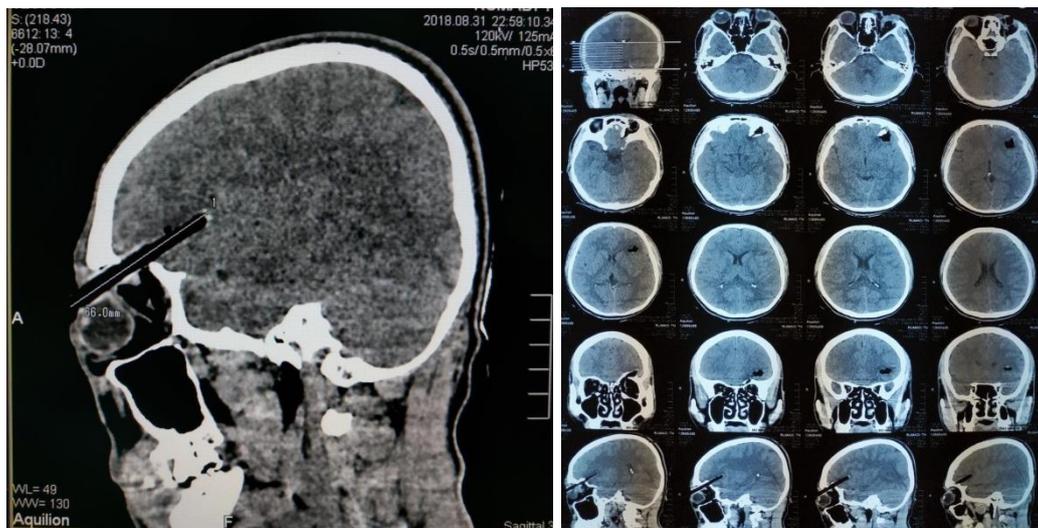
Pada pemeriksaan fisik, didapatkan primary survey dan status hemodinamik stabil. Pada pemeriksaan status lokalis didapatkan luka masuk di orbita kiri dan masih tampak potongan kayu yang menancap pada mata pasien. Dari pemeriksaan neurologis didapatkan GCS 456, pupil anisokor OD 3mm OS 6mm, reflek cahaya OD (+) OS menurun, visus OD >2/60 OS LP (+), meningeal sign (-), status neurologis lain dalam batas normal.



Gambar 1. Foto Klinis

Pada pasien kemudian dilakukan pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras dan pemeriksaan CT angiografi. Dari CT Scan kepala tanpa kontras didapatkan potongan kayu sepanjang 66mm masuk melalui mata kiri menembus cavum orbita dan masuk kedalam fossa anterior rongga intrakranial dan menembus parenkim otak. Dari brain window

potongan aksial tidak tampak adanya kontusio maupun edema cerebri, tampak adanya pneumocephalus pada lobus frontal tepat di ujung kayu. Tidak tampak adanya patahan tulang dan benda lain di dalam intracranial. Dari CT angiografi didapatkan potongan kayu tidak mengenai pembuluh darah besar dan juga tidak tampak adanya traumatik aneurisma.



Gambar 2. CT Scan kepala



Gambar 3. CT Angiografi

Pasien didiagnosis dengan trauma tembus okuli sinistra + trauma tembus otak frontotemporal sinistra. Pada pasien kemudian dilakukan kraniotomi ekstrasi korpus alienum dan debridemen, dari ts mata dilakukan eksplorasi bola mata dan rekonstruksi palpebral.

Pasien diposisikan supine, desinfeksi dengan povidone iodine dan lapangan operasi dipersempit dengan doek steril. Desain insisi coronal lapis demi lapis dilanjutkan flap kulit sampai ekspose supraorbital dengan preserfasi nervus supraorbital. Dilakukan burrhole 6 lubang, kraniotomi dan hitstich. Setelah itu dilakukan eksplorasi dura, didapatkan korpus alienum 7x1,5cm, serpihan kayu dan robekan dura sebesar 1,5cm. Dilakukan ekstraksi korpus alienum, debridemen dan jahit dura. Tulang dikembalikan dengan miniplate dan screw.

Sampel kultur diambil saat debridemen dilakukan. Diberikan antibiotik empirik profilaksis untuk mencegah infeksi dengan ceftriaxone intravena 1g/12 jam dan metronidazole 500mg/8 jam dengan evaluasi klinis adanya tanda-tanda infeksi. Diberikan phenitoin intravena sebagai profilaksis kejang selama 7 hari.

Pasien dirawat selama 9 hari dan tidak didapatkan tanda-tanda infeksi intracranial dan visus membaik dari LP (+) menjadi 6/10. Pasien kemudian dipulangkan dengan antibiotik cefixime 100mg/12 jam dan metronidazole 500mg/8 jam peroral selama 1 minggu.

Kasus 2

Laki-laki, 18 tahun, datang ke IGD dengan keluhan nyeri pada mata kanan sejak 2 jam sebelum masuk rumah sakit. Nyeri dirasakan akibat mata kanan tertembak peluru ikan saat pasien sedang mengisi peluru. Peluru ikan dengan panjang sekitar 15cm tiba tiba tertembak pada jarak 20 cm kemata kanan pasien. Riwayat pingsan (-), mual (-), muntah (-), demam (-), kejang (-).

Pada pemeriksaan fisik, didapatkan primary survey dan hemodinamik stabil. Pada pemeriksaan status lokalis didapatkan peluru ikan masih yang menancap pada mata kanan pasien, tidak tampak adanya luka keluar. Dari pemeriksaan neurologis didapatkan GCS 4/5/6, pupil anisokor OD sulit dievaluasi OS 3mm, reflek cahaya OD (-) OS (-), visus OD LP (-) OS >2/60, *meningeal sign* (-), status neurologis lain dalam batas normal.

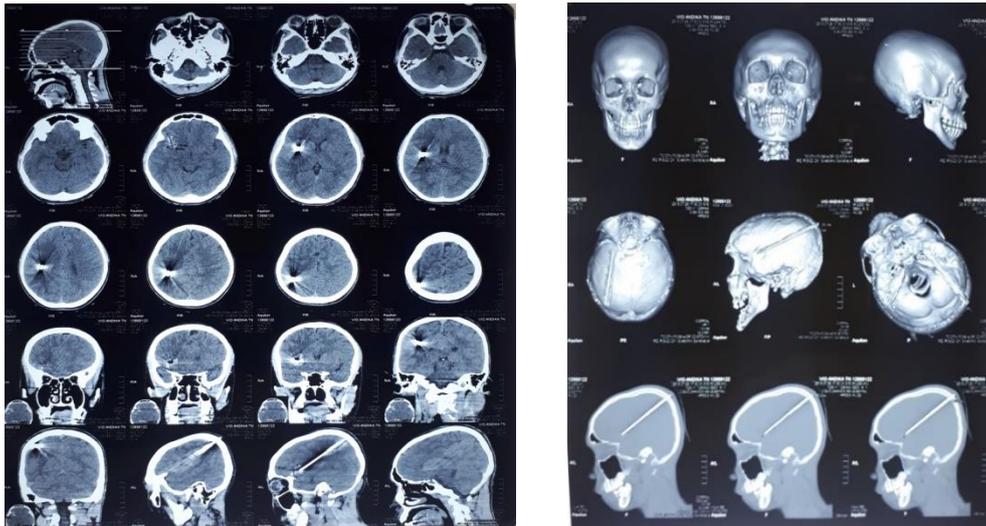


Gambar 4. Foto Klinis

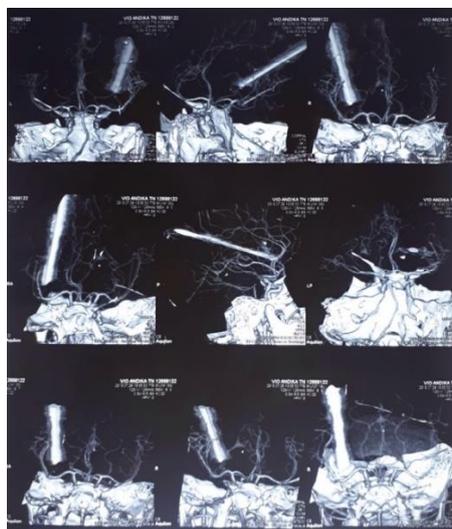
Pada pasien kemudian dilakukan pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras dan CT Angiografi. Dari CT Scan kepala tanpa kontras didapatkan gambaran korpus

alienum peluru ikan menembus cavum orbita kanan dan masuk menembus fossa anterior kanan kearah posterior sampai menancap di regio oksipital kanan disertai adanya perdarahan kontusional sepanjang jalur peluru ikan di regio temporal kanan.

Tidak tampak adanya serpihan tulang sepanjang jalur peluru ikan. Dari CT angiografi tidak didapatkan adanya pembuluh darah besar yang terlibat serta tidak tampak adanya traumatik aneurisma.



Gambar 5. CT Scan kepala peluru ikan



Gambar 6. CT angiografi kepala peluru ikan

Pasien didiagnosis dengan trauma tembus otak regio temporoparietal kanan + kontusional temporal kanan + trauma tembus

okuli dextra. Pada pasien kemudian dilakukan kraniotomi ekstrasi korpus alienum dan

debridemen, dari ts mata dilakukan repair kornea dan eksplorasi okuli dextra.

Pasien diposisikan supine dengan kepala menoleh ke kiri ganjal bahu kanan. Desinfeksi dengan povidone iodine dan persempit lapangan operasi dengan doek steril. Insisi kulit perterional lapis demi lapis hingga tampak zygoma. Dilakukan burrhole 4 lubang dan kraniotomi. Preservasi nervus supra orbita dengan chisel. Dilakukan bukaan tulang orbitozygoma secara one piece, histich keliling, insisi dura tempat masuk peluru dan debridemen intra + ekstra dura.

Selanjutnya dilakukan insisi linier dibagian oksipital dan minicraniotomy disekitar ujung peluru berdasarkan scanogram, dilakukan insisi dura untuk membebaskan ujung peluru. Dilakukan ekstraksi peluru ke arah posterior, debridemen dan dura matter dijahit primer.

Sampel kultur dilakukan saat debridemen dilakukan. Diberikan antibiotik empirik profilaksis untuk mencegah infeksi dengan ceftriaxone intravena 1g/ 12 jam dan metronidazole 500mg/ 8 jam dengan evaluasi klinis adanya tanda-tanda infeksi.

Hasil kultur jaringan dan swab mata tidak didapatkan pertumbuhan kuman, pada kultur peluru ikan didapatkan bakteri staphylococcus warneri dan corynebacterium bovis, sensitif gentamicin, chloramphenicol, clindamycin, levofloxacin.

Sampai perawatan hari ke-13 pasien tidak didapatkan tanda-tanda infeksi intracranial. Pasien kemudian dipulangkan

dengan antibiotik cefixim 100mg/12 jam dan metronidazole 500mg/8jam peroral.

Kasus 3

Laki-laki, 36 tahun, datang ke IGD dengan keluhan kepala pasien tertembak peluru ikan 12 jam sebelum masuk rumah sakit. Peluru ikan sepanjang 15 cm tidak sengaja tertembak saat pasien sedang memompa senjatanya. Penurunan kesadaran (-), mual (-), muntah (-), kejang (-), demam (+).

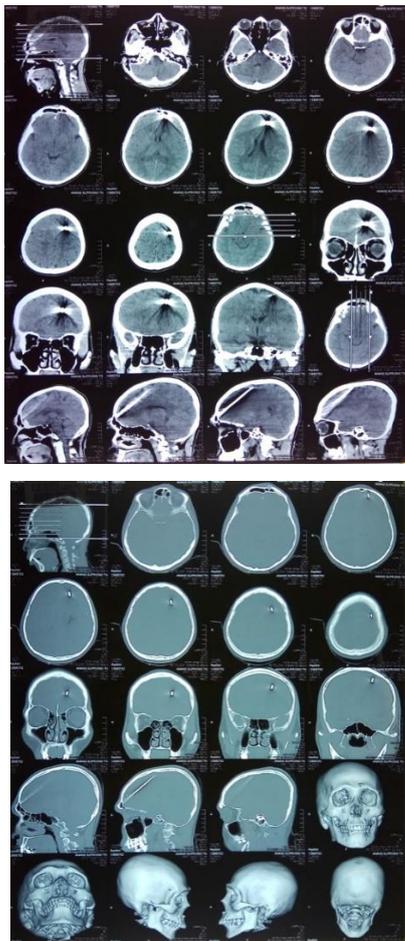
Pada pemeriksaan fisik, didapatkan primary survey dan hemodinamik stabil. Pada pemeriksaan status lokalis didapatkan peluru ikan yang menancap pada dahi pasien. Dari pemeriksaan neurologis didapatkan GCS 4/5/6, pupil isokor ODS 3mm/3mm, reflek cahaya ODS +/+, meningeal sign (-), status neurologis lain dalam batas normal.

Pada pasien kemudian dilakukan pemeriksaan CT Scan kepala tanpa kontras. Dari CT Scan kepala tanpa kontras didapatkan gambaran korpus alienum peluru ikan menembus sinus frontal kiri dan menusuk lobus frontal.

Pasien didiagnosis dengan trauma tembus otak regio Frontoparietal kiri + open fraktur anterior posterior sinus frontal kiri. Pada pasien kemudian dilakukan kraniotomi ekstrasi korpus alienum, debridemen, dekortikasi dan decranialisasi.

Pasien diposisikan supine, desinfeksi dengan povidone iodine dan persempit lapangan operasi dengan duk steril. Dilakukan insisi coronal lapis demi lapis flap kulit dan

diseksi perios. Drilling tulang disekitar korpus alineum hingga bebas, ekstraksi korpus secara perlahan. Setelah peluru ikan tercabut dilakukan burrhole 6 lubang dan kraniotomi pada os frontal. Eksplorasi dura dan jahit defek pada duramater selanjutnya dilakukan dekortikasi, dekranialisasi sinus frontal serta osteoplasti. Tutup luka lapis demi lapis.



Gambar 7. CT Scan kepala peluru ikan 2

Sampel kultur diambil saat debridemen dilakukan. Diberikan antibiotik empirik profilaksis untuk mencegah infeksi dengan ceftriaxone intravena 1g/12 jam dan metronidazole 500mg/8 jam dengan evaluasi klinis adanya tanda-tanda infeksi. Untuk

profilaksis kejang diberikan phenytoin selama 7 hari.

Sampai perawatan hari ke-7 pasien tidak didapatkan tanda-tanda infeksi intracranial. Pasien kemudian dipulangkan dengan antibiotik peroral cefixime 100mg/12 jam dan metronidazole 500mg/8 jam sampai hari ke 14 post operasi.

Pembahasan

Trauma tembus otak merupakan jenis trauma kepala yang paling mematikan. Setiap tahun di Amerika sekitar 32.000-35.000 penduduk meninggal akibat trauma tembus otak, dengan penyebab tersering akibat senjata api.³

Derajat keparahan pada trauma tembus otak bergantung pada seberapa besar cedera primer yang terjadi. Kemampuan suatu benda untuk dapat penetrasi ke jaringan otak dan menyebabkan cedera otak primer tergantung dari sifat balistiknya, yaitu tenaga kinetis yang dihasilkan, massa benda, kecepatan, bentuk, sudut pendekatannya, karakteristik benda yang mencederai.⁷

Apabila kecepatan benda melebihi 700 m/s, maka kemampuan untuk melukai akan meningkat dan dapat menyebabkan cedera pada otak yang lebih berat dan semakin banyaknya pecahan tulang yang menyebar.⁷

Pada jaringan otak yang terjadi cedera penetrasi terdapat rongga sementara dan akan membentuk *shear-like injury* pada neuron atau bahkan terjadi perdarahan epidural, subdural atau kontusio pada parenkim otak.⁷

Akibat yang ditimbulkan oleh cedera penetrasi pada otak tergantung oleh faktor-faktor berikut :⁵

- Lokasi intracranial (*entry point*): Tingginya angka mortalitas disebabkan karena jejas penetrasi yang melewati garis tengah (*midline*), menembus ventrikel otak, atau sampai menembus ke fossa posterior.
- Tenaga dan kecepatan dari benda: Lesi penetrasi ini dapat terbentuk tergantung dari seberapa besar tenaga dan kecepatan yang dihantarkan ke tulang tengkorak dan jaringan otak dibawahnya. Kecepatan suatu benda dapat mempengaruhi angka mortalitas yang terjadi.
- Ukuran dan jenis benda
- Cedera penyerta yang lain

Jaringan otak memiliki konsentrasi air yang tinggi sehingga memiliki bentuk yang relatif elastis dan rentan terhadap cedera penetrasi. Tingginya tekanan dari suatu benda akan menyebabkan *crush injury* dan nekrosis sel di sepanjang lesi yang membentuk suatu rongga. Penyebab dari terbentuknya rongga ini adalah tingginya tenaga dan kecepatan dari suatu benda dan kematian sel akibat dari *stretching*, *shearing*, dan kompresi pada jaringan otak sekitarnya.⁴

Penanganan trauma tembus kepala dimulai dari primary survey dan stabilisasi airway, breathing, dan sirkulasi. Evaluasi dan resusitasi harus segera dilakukan segera setelah pasien sampai di ruang gawat darurat. Setelah pasien di resusitasi evaluasi jejas pada kepala segera dilakukan. Luka masuk harus segera di

identifikasi serta ada tidaknya luka keluar juga harus di evaluasi. Periksa ada tidaknya cairan serebrospinal, darah, atau parenkim otak yang tampak dari luka. Pemeriksaan status neurologis dilakukan setelah evaluasi luka selesai disusul dengan pemeriksaan status general untuk mencari ada tidaknya kelainan pada organ lain.³

Pemeriksaan laboratorium mencakup analisa gas darah, elektrolit, darah lengkap, faktor koagulasi, golongan darah, alcohol dan obat-obatan. Setelah pemeriksaan laboratorium selesai dilakukan pasien segera dibawa ke radiologi untuk pemeriksaan selanjutnya.³

Foto polos kepala dapat berguna dalam menentukan lokasi benda asing dalam kepala, ada tidaknya serpihan tulang serta udara pada intracranial. Namun bagaimanapun pemeriksaan foto polos tidak dapat digunakan untuk mengevaluasi hal penting lain seperti adanya perdarahan dan trajektori proyektil. Karena itu pemeriksaan lebih disarankan sebagai penunjang radiologis utama karena dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dengan waktu pemeriksaan yang relatif singkat.¹ CT Angiografi dapat sangat membantu mendeteksi adanya lesi vascular baik dalam bentuk perdarahan maupun traumatik aneurisma.⁴

Pada kebanyakan kasus pemeriksaan MRI kurang disarankan karena keterbatasannya dalam mendeteksi benda asing, waktu pemeriksaan yang lama serta adanya kontra indikasi apabila proyektil terbuat dari bahan logam.^{1,2,4}

Terapi pembedahan pada trauma tembus otak telah berkembang dari waktu ke waktu. Sebelum tahun 1889, pada pasien trauma tembus otak tidak dilakukan tindakan operatif karena belum ada modalitas homeostasis dan pencegahan infeksi yang buruk. Harvey Cushing merupakan yang pertama mengembangkan teknik operasi dan melakukan pengangkatan peluru pada pasien trauma tembak kepala. Selain itu Cushing juga melakukan debridemen dan dekompresi craniectomy.³

Tindakan pembedahan sebaiknya dilakukan dalam waktu kurang dari 12 jam. Tindakan debridemen lebih dari 12 jam meningkatkan resiko terjadinya infeksi. Pemilihan tindakan operatif dengan kraniotomi atau kraniektomi masih menjadi perdebatan. Radikal debridemen menjadi standar pada perang dunia I dan II, Korea, dan Vietnam. Pada tahun 1980 selama konflik Israel-Libanon tren debridemen pada trauma tembus kepala bergeser menjadi konservatif debridemen dengan tujuan mempertahankan jaringan otak sebanyak mungkin.³

Faktor-faktor klinis yang terkait dengan prognosis yang buruk meliputi GCS pasca resusitasi yang rendah, usia tua, pupil yang besar dan asimetris dan tidak reaktif, hipoksia, dan hipotensi (tekanan sistolik <90 mmHg). GCS umumnya dianggap sebagai prediktor tunggal terbaik untuk prognosis yang baik atau buruk.⁸⁻¹⁰

Infeksi merupakan komplikasi yang tidak jarang terjadi pada pasien trauma tembus

otak, adanya infeksi meningkatkan angka mortalitas dan morbiditas pasien. Risiko infeksi terutama akibat kontaminasi dari benda asing, kulit, rambut, dan serpihan tulang yang terdorong ke dalam jaringan otak sepanjang jalur proyektil.²

Staphylococcus aureus merupakan jenis organisme yang sering menjadi penyebab infeksi pada trauma tembus otak. Namun infeksi kuman gram negatif juga cukup sering ditemukan. Pemberian antibiotik spektrum luas harus dimulai secepat mungkin pada semua pasien trauma tembus otak. Pilihan antibiotik yang direkomendasikan adalah co-amoxiclav iv 1,2g /8jam, atau cefuroxime iv 1,5g dan maintenance 750mg/ 8jam dengan metronidazole iv 500mg/ 8jam. Antibiotik diberikan selama 7-14 hari.^{2,3}

Ada banyak komplikasi yang mungkin terjadi pada trauma tembus otak. Salah satu yang sering terjadi dan paling berat adalah vasospasme cerebri akibat perdarahan subaraknoid dan traumatic aneurisma. Vasospasme cerebral biasanya muncul antara hari ke 5-11 post trauma. Karena itu pemeriksaan CT angiografi disarankan dilakukan pada kasus-kasus dimana terdapat kecurigaan lesi vascular.^{1,3}

Faktor klinis yang berkaitan dengan prognosis yang buruk termasuk GCS yang rendah post resusitasi, usia tua, pupil midrasis, pupil tidak reaktif/asimetris, hipoksia, hipotensi. Faktor lainnya adalah kekuatan senjata, kaliber senjata, lesi pada struktur penting dari CT scan.³

Dari 3 kasus yang ada semua pasien memiliki GCS datang 15 tanpa ditemui adanya defisit neurologis, hal ini disebabkan oleh trauma tembus otak yang terjadi disebabkan oleh senjata dengan kecepatan rendah dan tidak mengenai area penting di otak.

Pada ketiga kasus dilakukan scan kepala untuk mengetahui posisi korpus alineum dalam otak dan hubungannya dengan struktur penting. CT angiografi juga dilakukan pada kasus 1 dan 2 untuk menilai ada tidaknya lesi vaskular dan kemungkinan komplikasi traumatik aneurisma. Pada pasien ke 3 karena dari hasil CT scan kepala awal diperkirakan tidak mengenai struktur vascular yang penting maka tidak dilakukan CT angiografi. Dari hasil CT angiografi pasien 1 dan 2 tidak ditemukan adanya lesi pada vaskular.

Pemeriksaan foto polos kepala tidak dilakukan karena informasi yang didapat dari CT scan sudah mencukupi.

Pada semua kasus dilakukan pemberian antibiotik empirik dan anti kejang sejak pasien datang ke UGD. Kraniotomi dan debridement dilakukan dalam waktu kurang dari 12 jam onset kejadian sesuai guideline yang ada.

Antibiotik empirik yang diberikan adalah ceftriaxone dan metronidazole segera setelah pasien datang dan diteruskan sampai 14 hari. Semua pasien dipulangkan dalam kondisi stabil dan diminta untuk kontrol ke poli tiap bulan untuk followup tanda-tanda infeksi selama 6 bulan.

Dari ketiga pasien dalam followup terakhir sampai 3 bulan di poli tidak didapatkan tanda tanda infeksi.

Kesimpulan

Pada pengalaman kami dengan mengikuti guideline trauma di RS Dr. Soetomo didapatkan bahwa pada pasien trauma tembus yang dilakukan kraniotomi debridement kurang dari 12 jam post trauma diikuti pemberian antibiotik profilaksis empirik dengan ceftriaxone dan metronidazole selama 7 hari dan antikejang phenytoin selama 7 hari didapatkan keluaran yang memuaskan.

Pemeriksaan CT scan kepala menjadi wajib untuk penegakan diagnosis trauma tembus kepala, sedangkan pemeriksaan foto polos tidak perlu rutin dilakukan karena fungsinya dapat digantikan oleh CT scan dengan irisan yang baik. CT angiografi diperlukan pada kasus kasus yang dicurigai menyebabkan lesi vaskular.

Referensi

1. Temple N, Donald C, Skora A et al. Neuroimaging in Adult Penetrating Brain Injury: A Guide for Radiographers. *Journal of Medical Radiation Science*. 2015; 62:122-131
2. Kazim FS, Shamim SM, Tahir ZM et al. Management of Penetrating Brain Injury. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*. 2011; 4(3): 395-402
3. Wyck VWD, Grant AG, Laskowitz TD. Penetrating Traumatic Brain Injury: A Review of Current Evaluation and Management Concepts. *Journal of Neurology & Neurophysiology*. 2015; 6(6): 336
4. Vakil, M. T., & Singh, A. K. A review of penetrating brain trauma: epidemiology, pathophysiology, imaging assessment,

<http://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/moluccamed>

- complications, and treatment. *Emergency Radiology*. 2017; 24(3), 301–309.
5. Alao T, Waseem M. *Penetrating Head Trauma*. StatPearls Publishing 2018.
 6. Shi J, Mao Y, Cao J et al. Management of Screwdriver-Induced Penetrating Brain Injury: A Case Report. *BMC Surgery*. 2017; 17-3
 7. Miranda ARH, Rubiano MA, Agrawal A et al. Craniocerebral Gunshot Injuries: A review of The Current Literature. *Bulletin of Emergency and Trauma*. 2016; 4(2): 65-74
 8. Rosenfeld JV, Bell RS, Armonda R. Current concepts in penetrating and blast injury to the central nervous system. *World J Surg*. 2015; 39: 1352-1362.
 9. Joseph B, Aziz H, Pandit V, Kulvatunyou N, O'Keeffe T, et al. Improving survival rates after civilian gunshot wounds to the brain. *J Am Coll Surg*. 2014; 218: 58-65.
 10. Aarabi B, Tofighi B, Kufera JA, Hadley J, Ahn ES, et al. Predictors of outcome in civilian gunshot wounds to the head. *J Neurosurg*. 2014; 120: 1138-1146.