



Manajemen Anestesi pada Tindakan *Coiling* Menggunakan *Target Controlled Infusion (TCI)* Propofol pada pasien *Carotid Cavernosus Fistula*

Al-Muqsith^{1*}

¹Departemen Anestesiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Malikussaleh
Aceh Utara, 24351, Indonesia

*Corresponding Author : almuqsith@unimal.ac.id

Abstrak

Carotid cavernous fistula (CCF) adalah suatu komunikasi abnormal antara arteri dan vena di dalam sinus kavernosus. Embolisasi transarterial atau transvena adalah modalitas pengobatan lini pertama untuk pengobatan sebagian besar CCF. Coil logam/agen emboli cair sekarang paling sering digunakan. Laporan kasus: perempuan 22 tahun dikonsulkan ke bagian anestesi dengan diagnosis *carotid cavernosus fistula* kanan tipe *direct*. Pemeriksaan DSA menunjukkan hasil *carotid cavernosus fistula* kanan. Pasien direncanakan untuk dilakukan *coiling* dengan rencana anestesi umum menggunakan teknik *Target Controlled Infusion (TCI)* dan perawatan pasca operasi di ruang perawatan biasa. Telah dilakukan tindakan operasi *Carotid Cavernosus Fistula* dengan menggunakan tindakan *Coiling* dan diperlukan manajemen perioperatif yang baik. Antisipasi peningkatan tekanan intrakranial, iskemia otak, dan perdarahan yang dapat terjadi selama tindakan operatif berlangsung dengan cara menjaga hemodinamik tetap stabil dan kedalaman anestesi terjaga dan terukur. Evaluasi post operatif pada pasien dilakukan dengan melibatkan tim multidisiplin. *Carotid cavernous fistula (CCF)* yang bila dilakukan tindakan bedah saraf pada waktu yang tepat dan perioperatif anestesi yang baik dapat memperbaiki luaran pasca operasi.

Kata Kunci : *Carotid cavernous fistula, coiling, target controlled infusion*

Abstract

Carotid cavernous fistula (CCF) is an abnormal communication between arteries and veins in the cavernous sinus. Transarterial or transvenous embolization is the first-line treatment modality for the treatment of most CCF. Metal coils/liquid embolic agents are now most commonly used. Case report: 22 year old woman was referred to the anesthesia department with a diagnosis of direct type right carotid cavernous fistula. DSA examination showed a right carotid cavernous fistula. The patient is planned to undergo coiling with a general anesthesia plan using the Target Controlled Infusion (TCI) technique and post-operative care in the usual treatment room. Carotid Cavernous Fistula surgery has been carried out using the Coiling procedure. Good perioperative management is needed in patients with Carotid Cavernous Fistula. Anticipate increased intracranial pressure, brain ischemia, and bleeding that can occur during surgery by keeping hemodynamics stable and the depth of anesthesia maintained and measured. Postoperative evaluation of patients is carried out involving a multidisciplinary team. Carotid cavernous fistula (CCF) if neurosurgery is performed at the right time and good perioperative anesthesia can improve post-operative outcomes.

Keywords : *Carotid cavernous fistula, coiling, target controlled infusion*

1. PENDAHULUAN

Carotid Cavernous Fistula (CCF) adalah suatu komunikasi abnormal antara arteri dan vena di dalam sinus kavernosus (1). Pembagian CCF menjadi dua yaitu tipe langsung dan tidak langsung sesuai dengan *shunt arteriovenous* (2). Etiologi CCF langsung yang paling



umum (70%-90%) adalah karena trauma dari fraktur basal tengkorak yang mengakibatkan robekan pada *internal carotid artery* (ICA) di dalam sinus kavernosus. Kecelakaan kendaraan bermotor, jatuh dan cedera akibat benturan lainnya berkontribusi pada kejadian fraktur basal tengkorak dan pembentukan beberapa CCF. Pasien mungkin datang dengan tanda dan gejala seperti kemosis konjungtiva, proptosis, pulsating eksoftalmus, diplopia, oftalmoplegia, nyeri orbital, *bruit*, dan kebutaan. Penyebab yang tidak terlalu umum yaitu karena ruptur spontan dari aneurisma atau adanya arteri aterosklerotik. Jumlah kasus CCF spontan kira-kira 30% dari semua CCF, biasanya ditemukan pada pasien wanita yang lebih tua, pasca menopause, dan hipertensi. Fistula ini biasanya menimbulkan gejala yang tidak terlalu parah dan onset yang tidak disadari, kongesti orbital ringan, proptosis, *bruit* rendah atau tidak ada sama sekali. Pasien mungkin datang dengan injeksi arteri konjungtiva dan pembuluh darah episklera. Fistula dapat berfluktuasi atau menghilang secara spontan (3,4).

Sejauh ini CCF tipe A adalah yang paling umum, sekitar 75%-80% dari CCF secara keseluruhan. Keluhan timbul mendadak, sakit kepala dan adanya *bruit*. Tipe B, C, dan D semuanya tidak langsung, lesi aliran rendah yang muncul dari cabang meningeal dari *internal carotid artery* (ICA) atau *external carotid artery* (ECA). Tipe B muncul dari cabang meningeal ICA, tipe C muncul dari cabang meningeal ECA, dan tipe D muncul dari cabang meningeal ICA dan ECA. Faktor risiko termasuk aterosklerosis, hipertensi, diabetes dan penyakit kolagen. Tipe tidak langsung ini sering terjadi pada wanita pascamenopause. Tidak seperti CCF langsung, CCF tidak langsung biasanya tidak memiliki *bruit* dan lebih berbahaya pada awalnya (4,6).

Tujuan dari penatalaksanaan CCF adalah untuk menyumbat fistula sepenuhnya sambil menjaga aliran darah normal melalui ICA. Secara historis, ligasi CCA adalah intervensi bedah pilihan untuk perawatan pasien dengan CCF (7). Embolisasi transarterial atau transvena adalah modalitas pengobatan lini pertama untuk pengobatan sebagian besar CCF (9). *Coil* logam dan/atau agen emboli cair sekarang paling sering digunakan untuk tujuan ini (10).

Sehubungan dengan pengelolaan anestesi, efek vasodilatasi pembuluh darah serebral dari anestetika volatil dapat menyebabkan peningkatan aliran darah ke otak dan peningkatan tekanan intrakranial. Hal ini menyebabkan banyak dokter anestesi mulai keberatan untuk menggunakan volatil anestesi sebagai obat utama pada operasi, sehingga banyak yang cenderung menggunakan *Total Intravenous Anesthesia* (TIVA) sebagai prosedur pembiusan utama untuk tindakan ini (10). Sekarang ini juga sudah mulai dikembangkan suatu alat yang

dapat menghitung secara tidak langsung perkiraan kadar/konsentrasi obat anestesi intravena di dalam darah. Teknik penghitungan perkiraan kadar/konsentrasi obat anestesi intravena ini, secara luas dikenal dengan *Target Controlled Infusion* (TCI) (12). Dengan menggunakan TCI, kendala dari penurunan tekanan darah saat penggunaan propofol seharusnya dapat ditanggulangi (14).

2. ILUSTRASI KASUS

2.1 Identitas Pasien

Nama	: Ny. N
Jenis Kelamin	: Perempuan
Umur	: 22 tahun
Alamat	: Meulaboh
Agama	: Islam
Suku	: Aceh
Tanggal Masuk	: 7 Agustus 2024
Tanggal Operasi	: 19 Agustus 2024

2.2 Keluhan Utama

Mata kanan menonjol

2.3 Riwayat Penyakit Sekarang

Pasien datang dengan keluhan mata kanan menonjol yang dialami sejak 2 minggu sebelum masuk rumah sakit. Awalnya pasien mengalami kecelakaan lalu lintas 3 minggu sebelum masuk rumah sakit, 2 hari post trauma muncul bercak kemerahan di bagian mata putih sebelah kanan atas dan bercak tersebut menghilang dalam 3 hari namun diikuti dengan mata yang semakin menonjol setiap harinya. Keluhan juga disertai dengan nyeri berdenyut di belakang bola mata dan nyeri di kepala sebelah kanan. Riwayat pingsan post trauma, mual dan muntah juga dikeluhkan. Mata kanan kabur dan hanya bisa melihat ke depan, tidak bisa melirik ke arah kiri, kanan, atas dan bawah. Kelopak mata kanan tertutup sebagian dan tidak dapat menutup sempurna dan tidak bisa membuka kelopak mata.

2.4 Riwayat Penyakit Dahulu

Pasien tidak memiliki riwayat alergi. Riwayat penyakit lainnya seperti DM, hipertensi, asma, penyakit jantung disangkal oleh pasien.

2.5 Riwayat Penyakit Keluarga/Lingkungan Sekitar

Tidak ada dari anggota keluarga pasien yang mengalami penyakit seperti yang

dikeluarkan oleh pasien. Riwayat penyakit lainnya seperti DM, hipertensi, asma, dan penyakit jantung juga tidak ada pada anggota keluarga pasien.

2.6 Riwayat Penggunaan Obat

Hanya mengonsumsi anti nyeri yang dibeli di apotek saat mengalami nyeri di belakang mata dan kepala sebelah kanan.

2.7 Riwayat Pekerjaan, Sosial dan Ekonomi

Pasien merupakan seorang mahasiswi. Pasien berobat dengan biaya oleh Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS).

3. HASIL PEMERIKSAAN

3.1 Status Generalikus

Keadaan Umum	: Sakit sedang
Kesadaran	: E ₄ V ₅ M ₆ (Compos mentis)
BB	: 55 kg
TB	: 160 cm
IMT	: 21,48 kg/m ²
Tekanan Darah	: 131/88 mmHg
Heart Rate	: 66 kali per menit
Respiratory rate	: 18 kali per menit
Suhu	: 36,6 °C
SpO ₂	: 100 %

3.2 Pemeriksaan fisik

Kepala

Mata	: Konjungtiva anemis (-/-), sklera ikterik (-/-), pupil bulat anisokor, Ø7 mm/3 mm, RCL (∇/+) RCTL (∇/+), proptosis (+/-), visus OD: 9/6, visus OS: 6/6, proptosis axial (+) Paresis N. III, IV, dan VI.
Telinga	: Deviasi (-), Secret (-/-), Darah (-/-).
Hidung	: Konka Hipertrofi (-/-), Mukosa Pucat (-/-), Sekret Muroid (-/-), Deviasi Septum (-/-), Darah (-/-).
Mulut	: Lidah Kotor (-), Bibir Pucat/Sianosis (-), Pembesaran Tonsil (-)
Leher	: Leher Simetris, Tidak Terdapat Pembesaran KGB.

Thoraks

Inspeksi	: Bentuk simetris (+), gerak dada simetris kiri-kanan, Retraksi Dinding Dada (-)
Palpasi	: Nyeri tekan (-), Massa (-), Stem Fremitus kanan=kiri (+).
Perkusi	: Sonor pada kedua lapang paru
Auskultasi	: Vesikuler (+/+), Ronkhi (-/-), Wheezing (-/-)

Jantung

Inspeksi : Ictus Cordis tidak terlihat
Palpasi : Ictus Cordis tidak teraba
Perkusi : Batas Jantung normal
Auskultasi : Bunyi Jantung I/II Normal, Murmur (-)

Abdomen

Inspeksi : Soepel (+), distensi (-)
Palpasi : Nyeri tekan (-), Hepar tidak teraba, Lien tidak teraba
Perkusi : Timpani
Auskultasi : Peristaltik usus normal

Ekstremitas

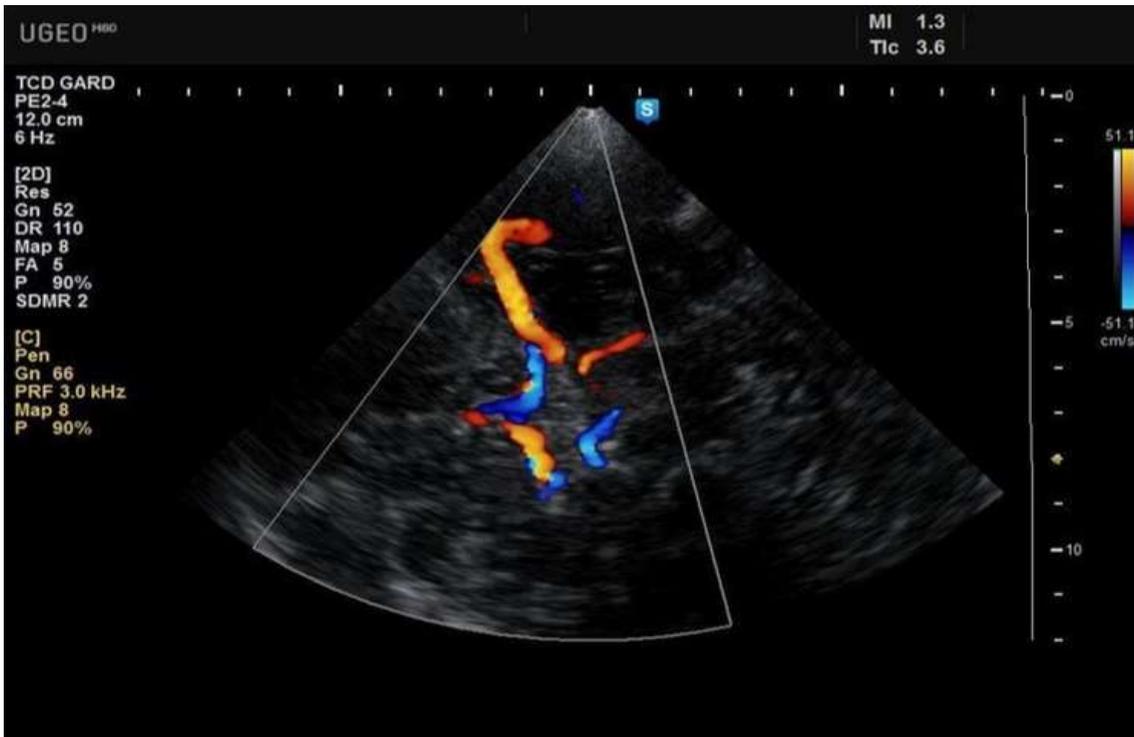
Superior : Akral hangat, Edema (-), Sianosis (-)
Inferior : Akral hangat, Edema (-), Sianosis (-)

4. PEMERIKSAAN PENUNJANG

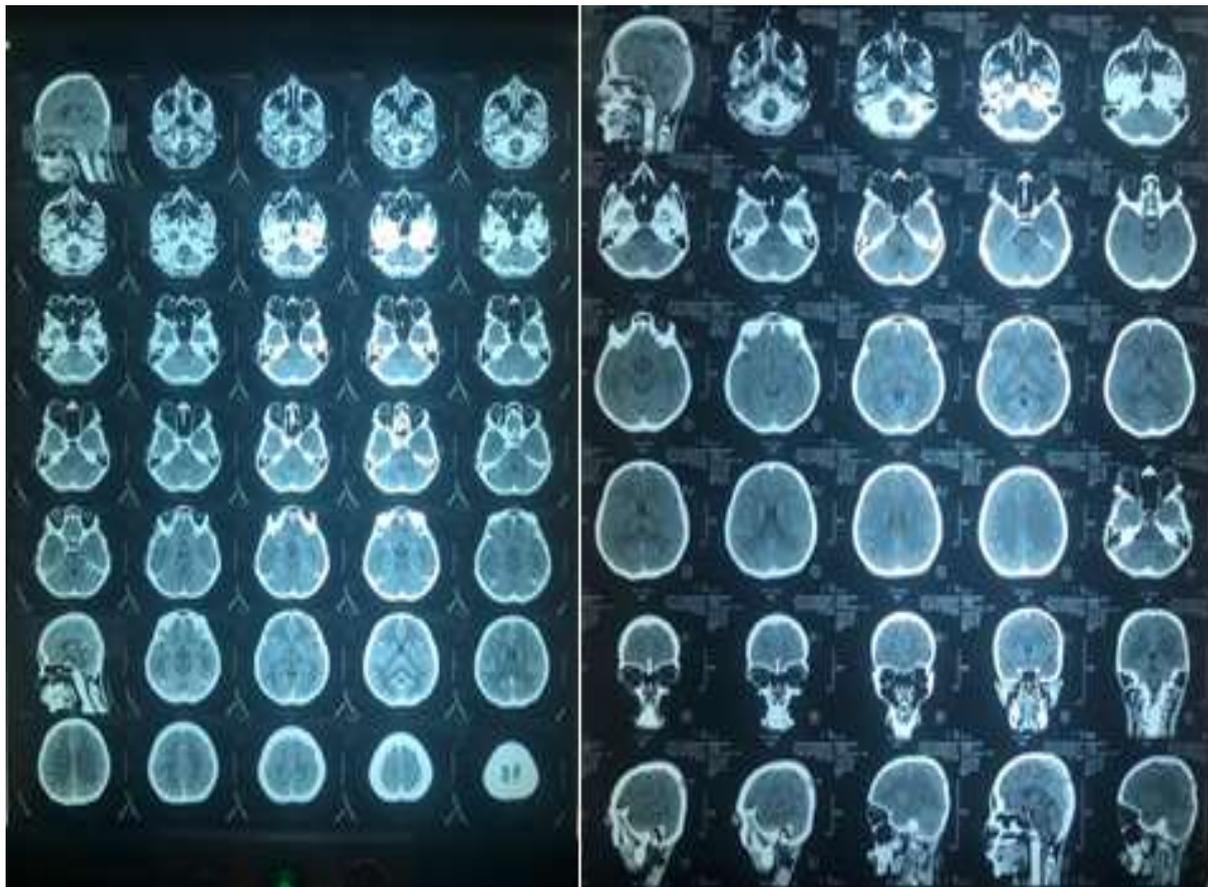
Tanggal pemeriksaan : 7 Agustus 2024 di RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh

Nama Test	Hasil Test	Nilai Rujukan
Darah Lengkap		
Hemoglobin	14.04	12.0-16.0 g/dl
Eritrosit	5.18	3.8-5.8 juta/uL
Hematokrit	42.63	37.0-47.0 %
MCV	84.86	79-99 fL
MCH	29.75	27.0-31.2 pg
MCHC	35.22	33.0-37.0 g/dl
Leukosit	5.30	4.0-11.0 ribu/uL
Trombosit	356	150-450 ribu/uL
RDW-CV	11.8	11.5-14.5 %
Bleeding Time	2'15	1-3 menit
Clothing Time	10'	9-15 menit
Glukosa Darah		
Glukosa Sewaktu	110	<180 mg/dL

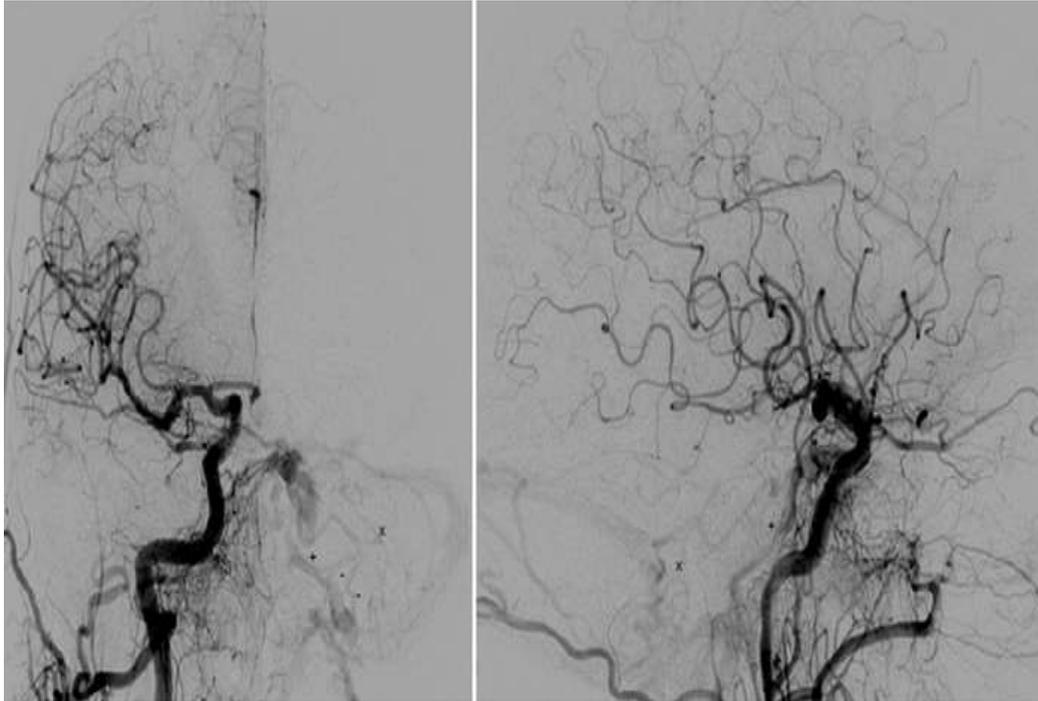
Transcranial doppler dan CT Scan tanggal 7 Agustus 2024



Gambar 1. Transcranial Doppler



Gambar 2. Hasil CT Scan Orbita dan Kepala



Gambar 3. DSA (Digital Substraction Angiografi)

Interpretasi :

Pemeriksaan *transcranial doppler* dengan kesimpulan normal. Pemeriksaan CT scan orbita dengan kontras didapatkan adanya *carotid cavernosus fistula* kanan. Pemeriksaan CT scan kepala dengan kontras didapatkan hasil proptosis kanan dan *carotid cavernosus fistula* kanan. Pemeriksaan CT angiocerebri didapatkan hasil *carotid cavernosus fistula* kanan. Pemeriksaan DSA (*digital subtraction angiografi*) juga menunjukkan hasil *carotid cavernosus fistula* kanan.

5. DIAGNOSIS

5.1 Diagnosis Kerja

Carotid Cavernosus Fistula Tipe Direct

5.2 Penggolongan Status Fisik Menurut ASA

Status fisik ASA III

6. RENCANA PEMBEDAHAN

Coiling

7. RENCANA ANESTESI

General Anestesi dengan menggunakan teknik TCI

8. LAPORAN ANESTESI

Pasien perempuan usia 22 tahun status fisik ASA III dengan diagnosis Carotid Cavernosus Fistula Tipe Direct, rencana tindakan berupa *coiling* dengan rencana general anestesi dengan teknik TCI dan perawatan pasca operasi di ruang perawatan biasa.

Laporan Anestesi	
- Ahli Anestesiologi	: dr. Kulsum, Sp.An-TI, Subsp. NA (K)
- Operator Tindakan	: Dr. dr. Nasrul Musadir, Sp.S (K)-FINA
- Diagnosis prabedah	: Carotid cavernosus fistula tipe direct
- Jenis Operasi	: <i>Coiling</i>
- Jenis Anestesi	: General anestesi dengan teknik TCI
- Lama Operasi	: 13.00 - 15.30
- Lama Anestesi	: 12.50 – 15.40

9. PERSIAPAN PRA ANESTESI

1. Di ruang perawatan pasien di konsultasikan ke dr. Kulsum, Sp.An-TI, Subsp. NA (K) pada tanggal 7 Agustus 2024 untuk persetujuan dilakukan tindakan operasi. Setelah mendapatkan persetujuan, kemudian pasien disiapkan untuk rencana *coiling*. Pasien dan keluarga diedukasi terkait resiko pembiusan dan pembedahan, termasuk prognosis penyakit dan kemungkinan perburukan fungsi neurologis pasca operasi.
2. Persiapan operasi yang dianjurkan kepada pasien adalah persiapan darah PRC sebanyak 250 cc untuk manajemen perdarahan intraoperatif. Pasien dipuasakan selama 6 jam dengan pemberian cairan rumatan melalui infus RL 10 tetes/menit. Pasca operasi, pasien direncanakan untuk di rawat di ruang rawatan biasa. Persiapan alat anestesi umum
3. Persiapan Anestesi
 - a. STATICS

Scope	: Stetoscope, Laringoscope
Tube	: ETT, NTT
Airway	: Guedel, Nasofaringeal airway
Tape	: Plaster
Introducer	: Mandrin/stylet, klem magil
Connector	: Penghubung ETT ke ambu bag/resuscitator
Suction	: Multifungsi suction
 - b. Mesin anestesi dan monitor (sphygmomanometer, pulse oxymeter), gel, infus set + abbocath, spuit, kassa steril), syringe pump untuk TCI.

4. Persiapan Obat Anestesi

- a. Premedikasi : Midazolam 0,05-0,1 mg/kgBB, fentanil 1-2 mcg/kgBB
- b. Obat induksi : Propofol 50 mg dilanjutkan TCI mode Schneider (dosis TCI propofol yang digunakan pada tindakan ini adalah 6-7 mcg/ml/menit)
- c. Obat-obat tambahan : Ondansetron 4 mg/ 2 ml
- d. Obat emergency : Ephedrine, Sulfas atropine 0.25 mg
- e. Analgetik post op : Tramadol 100 mg

5. Alat untuk Melakukan Pembiusan :

S spuit 3 cc, spuit 5 cc, spuit 10 cc, plester, kassa steril, handscoon steril, alkohol 70 %

6. Terapi Cairan Durante Operasi :

a. Cairan Maintenance

$$M = (10\text{kg I} \times 4) + (10\text{kg II} \times 2) + (10\text{kg} > \times 1) = 95 \text{ cc/jam}$$

b. Operasi (O)

Tindakan pembedahan *coiling* merupakan operasi sedang, maka kebutuhan cairannya :

$$O = 6 \text{ cc/kg/jam} = 6 \text{ cc}/55 \text{ kg/jam} = \mathbf{330 \text{ cc/jam}}$$

c. Pengganti Puasa (PP)

Pasien mulai puasa pukul 06.30 s/d pukul 12.30 (masuk ke ruang operasi), maka:

$$PP = M \times \text{Lama Puasa}$$

$$PP = 95\text{cc} \times 6 \text{ jam} = \mathbf{570 \text{ cc/jam}}$$

d. Total Cairan yang dibutuhkan :

$$1 \text{ jam pertama} = M + 1/2PP + O = 95 + 1/2(570) + 330 = 710 \text{ cc/jam}$$

$$1 \text{ jam kedua} = M + 1/4PP + O = 95 + 1/4(570) + 330 = 567,5 \text{ cc/jam}$$

$$1 \text{ jam ketiga} = M + 1/4PP + O = 95 + 1/4(570) + 330 = 567,5 \text{ cc/jam}$$

Karena operasi berlangsung selama 2,5 jam, **maka total cairan 1.561 cc.**

10. INTRA OPERATIF

Jum'at, 9 Agustus 2024 – Pukul 12.50 WIB

- 1) Pasien masuk kamar operasi dan dibaringkan di meja operasi dengan posisi supine kemudian dilakukan pemasangan oksimeter.
- 2) Menilai keadaan umum dan melakukan pemeriksaan tanda vital di awal atau penilaian pra induksi : Kesadaran : Compos Mentis, TD 112/76 mmHg, HR 73 kali/menit, RR 20 kali/menit, SpO2 100%.

- 3) Pasien diberitahukan bahwa akan dilakukan tindakan pembiusan.
- 4) Pemberian premedikasi dengan midazolam 2 mg dan fentanyl 100 mcg IV
- 5) Pasien di induksi dengan menggunakan propofol 50 mg IV dan TCI mode Schneider (dosis TCI propofol yang digunakan pada tindakan ini adalah 6-7 mcg/ml/menit)
- 6) Memposisikan pasien dengan posisi supine untuk tindakan operasi

11. POST OPERATIF

Pukul 15.40 WIB

Pasien di bawa ke ruangan *Recovery Room* dengan pernapasan pasien spontan dan sadar penuh (compos mentis). Pasien dibawa ke ruangan bedah wanita. Dilakukan penilaian terhadap kesadaran dan hemodinamik pasien. Dilakukan pemeriksaan tanda-tanda vital. TD : 131/88 mHg, HR: 68 x/i ,RR: 18x/i Saturasi: 100%

Instruksi Post Operasi

- IVFD RL 20 gtt/I micro
- Analgesik: Tramadol 100 mg
- Terapi lain sesuai DPJP Neurologi

12. PEMBAHASAN

Shunt atau piraou darah dari arteri karotis ke sinus kavernosus menyebabkan pembengkakan pembuluh darah yang mengering, dapat menyebabkan aliran balik dan menyebabkan berbagai manifestasi klinis yang menyerupai banyak penyakit mata dan leher (2). Umumnya CCF spontan berbahaya dan salah diagnosis. Pasien bisa datang dengan keluhan oftalmoplegia dan perubahan penglihatan. Kerusakan saraf kranial dan kehilangan penglihatan pada CCF bisa menjadi permanen apabila tidak diobati (5).

Pasien ini mengalami trias klasik CCF secara terpisah, yaitu gejala nyeri belakang mata dirasakan terlebih dulu dan kemudian diikuti dengan mata menonjol (proptosis), diikuti dengan mata merah dan terasa berdenyut. Mata kemudian sulit digerakkan dan hanya bisa melihat ke depan, dan selanjutnya kelopak mata tidak bisa ditutup sempurna. Gejala-gejala ini mengarahkan pada adanya penekanan pada struktur retroorbita dan oftalmoplegia multipel. Pasien pada laporan kasus ini kemudian dilakukan pemeriksaan penunjang radiologis *transcranial doppler*, CT scan kepala dan orbita, dan diagnostik dengan DSA. Hasil dari pemeriksaan penunjang tersebut mengarah kepada *carotid cavernosus fistula*, sehingga pasien kemudian didiagnosa dengan carotid-cavernosus fistula kanan dan direncanakan tindakan *coiling*.

Manajemen konservatif terdiri dari kompresi manual eksternal arteri karotis serviks ipsilateral beberapa kali sehari selama 4-6 minggu, mungkin efektif dalam pengobatan CCF tidak langsung dan aliran rendah. Namun ini tidak efektif dalam pengobatan fistula langsung dan aliran tinggi (8). Embolisasi transarterial atau transvena adalah modalitas pengobatan lini pertama untuk pengobatan sebagian besar CCF (9). *Coil* logam dan/atau agen emboli cair sekarang paling sering digunakan untuk tujuan ini. Akses transarterial sering digunakan ketika CCF berasal dari cabang-cabang ECA, sebagai kasus fistula langsung. Ketika CCF berasal dari cabang ICA, embolisasi transarterial secara signifikan lebih sulit dan membawa peningkatan risiko stroke karena refluks emboli ke dalam ICA (10).

Dalam kasus di mana pengobatan endovaskular tidak mungkin atau tidak berhasil, intervensi bedah terbuka dapat dilakukan. Intervensi bedah mungkin melibatkan penjahitan, pemotongan, atau penjebakan fistula, pengemasan sinus kavernosa untuk menyumbat fistula, penyegelan fistula dengan fasia dan lem, pengikatan ICA, atau kombinasi dari prosedur ini (1).

Sehubungan dengan pengelolaan anestesi, efek vasodilatasi pembuluh darah serebral dari anestetika volatil dapat menyebabkan peningkatan aliran darah ke otak dan peningkatan tekanan intrakranial. Hal ini menyebabkan banyak dokter anestesi mulai keberatan untuk menggunakan volatil anestesi sebagai obat utama pada operasi. Mulai saat ini banyak dokter anestesi yang cenderung menggunakan TIVA untuk tindakan ini. Secara teoritis obat anestesi intravena memang memberikan kontrol yang baik pada aliran darah serebral, tekanan intrakranial dan kebengkakan otak. Namun demikian permasalahan yang sering muncul pada TIVA adalah waktu bangun yang tidak dapat diprediksi atau memanjang, yang selanjutnya menyebabkan kesulitan dalam menentukan apakah pasien mengalami keterlambatan bangun atau harus dilakukan CT scan ulang (10). Pembiusan metode TIVA menyebabkan tidak diketahuinya dengan pasti kadar/konsentrasi obat intravena tersebut di dalam darah, berbeda dengan volatil anestesi yang mana kadarnya di alveolar dapat diukur dengan *end tidal* (11).

Selain ditemukannya obat-obat hipnotik intravena baru seperti propofol yang memiliki waktu pemulihan yang cepat, sekarang ini juga sudah mulai dikembangkan suatu alat yang dapat menghitung secara tidak langsung perkiraan kadar/konsentrasi obat anestesi intravena di dalam darah. Teknik penghitungan perkiraan kadar/konsentrasi obat anestesi intravena

ini, secara luas dikenal dengan *Target Controlled Infusion* (TCI), dan jika obat yang digunakan pada teknik ini adalah propofol maka akan disebut dengan TCI propofol (12).

Propofol adalah obat anestesi intravena yang memiliki karakteristik yang menarik untuk digunakan pada neuroanestesi, yang merupakan obat hipnotik yang kuat, tidak meningkatkan tekanan intrakranial dan memiliki efek neuroprotektif. Selain itu propofol juga memiliki waktu pulih yang cepat walaupun sudah digunakan secara kontinyu dalam jangka waktu yang lama, dan ini sangat penting untuk menilai status neurologi dengan cepat setelah operasi. Namun demikian ada beberapa hal yang menjadi kendala dalam penggunaan propofol pada neuroanestesi, di antaranya terjadi penurunan tekanan darah yang selanjutnya dapat menurunkan tekanan perfusi serebral dan menyebabkan iskemia. Apnea saat penyuntikan bolus sehingga penggunaannya jadi terbatas pada *monitoring anesthesia care* (MAC) atau pada *awake craniotomy*. Rasa nyeri saat penyuntikan yang mana dapat menyebabkan peningkatan simpatis dan rasa tidak nyaman saat dilakukan MAC ataupun *awake craniotomy* (13).

Dengan menggunakan TCI, kendala dari penurunan tekanan darah saat penggunaan propofol seharusnya dapat ditanggulangi. TCI adalah sebuah cara infus terkendali dengan tujuan mencapai target konsentrasi obat yang telah ditentukan dalam kompartemen tubuh atau jaringan tertentu. Sistem TCI merupakan suatu sistem yang diprogram berdasarkan farmakokinetik dan farmakodinamik obat yang digunakan untuk menghitung dan memperkirakan konsentrasi dari obat yang diberikan baik di dalam plasma atau jaringan tertentu. Ada banyak model farmakokinetik propofol untuk TCI, namun model yang tersedia secara komersial sampai saat ini adalah model farmakokinetik dari Marsh dan model farmakokinetik dari Schnider (14). Pada kedua model farmakokinetik tersebut, dilakukan perhitungan berdasarkan atau farmakokinetik obat pada tiga kompartemen, yang terdiri dari beberapa komponen di antaranya kompartemen sentral (V1), kompartemen perifer kaya pembuluh darah (V2), kompartemen perifer miskin pembuluh darah (V3), konstanta kecepatan pergerakan dari satu kompartemen ke kompartemen lainnya, konstanta kecepatan pembuangan atau eliminasi obat, dan konstanta kecepatan eliminasi dari *effect site* (12).

Ketika propofol diinjeksikan secara intravena maka kadar obat ini akan meningkat secara drastis di kompartemen sentral V1 yang menggambarkan kadar obat di dalam plasma. Selanjutnya, sebagian obat akan beredistribusi ke kompartemen V2 yang terdiri dari organ-

organ yang kaya akan pembuluh darah seperti otak, jantung, paru, dan ginjal. Pergerakan dari kompartemen sentral ke kompartemen V2 kecepatannya sesuai konstanta yang disebut K12 dalam satuan unit per menit. Selain ke kompartemen V2, propofol juga beredistribusi ke V3 yang terdiri dari otot, lemak, dan organ lain yang relatif miskin dengan pembuluh darah, kecepatan redistribusi dari kompartemen V1 ke kompartemen V3 diatur oleh K13, sedangkan K10 mengatur kecepatan pembuangan dari propofol setelah melalui proses metabolisme (12). Selanjutnya ketika kadar atau konsentrasi propofol di dalam plasma turun, maka obat yang tersimpan di kompartemen perifer V2 dan V3 yang belum mengalami metabolisme, akan kembali ke kompartemen sentral dengan kecepatan sesuai dengan K21 dan K31. Oleh karena itu volume relatif obat dalam tiap kompartemen dapat dihitung berdasarkan perbandingan antara konstanta kecepatan (15).

Prinsip farmakokinetik tiga kompartemen inilah yang digunakan oleh prosesor TCI untuk menentukan dosis bolus dan infusi propofol untuk mencapai target plasma (C_p) yang sudah ditentukan sebelumnya oleh pengguna TCI. Jadi, jika target plasma propofol ditingkatkan maka prosesor TCI akan memberikan dosis bolus tambahan dan selanjutnya meningkatkan dosis infusi yang akan menyebabkan kadar di plasma meningkat sesuai dengan target plasma yang sudah ditentukan sebelumnya. Begitu juga sebaliknya, jika target plasma propofol di turunkan, maka infusi obat propofol akan diberhentikan untuk sementara oleh prosesor TCI, sampai konsentrasi plasma yang ditentukan sudah tercapai, setelah itu dilanjutkan dengan dosis infusi yang sesuai untuk mempertahankan target plasma yang sudah ditentukan sebelumnya (12). Begitulah prosesor TCI mengatur dosis bolus dan infusi dari propofol untuk mencapai target plasma yang sudah ditentukan sebelumnya. Namun demikian, jika kita menset target plasma yang sama dengan metode Marsh dan metode Schnider pada orang yang sama, jumlah dan kecepatan obat yang diberikan oleh TCI akan berbeda terutama 20 menit pertama. Hal ini karena perbedaan dalam penentuan besaran komponen-komponen dari model tiga kompartemen. Hal ini akan dijelaskan lebih lanjut dalam perbedaan model Marsh dan model Schnider (16).

Pada model farmakokinetik tiga kompartemen, volume dari *effect site* dianggap nol, sehingga seharusnya konsentrasi di plasma sama dengan konsentrasi di *effect site*. Seperti misalnya pada obat dobutamine, efek klinis (peningkatan tekanan darah) dapat segera tampak saat konsentrasi obat dobutamin di plasma sudah tercapai (15). Berbeda dengan

propofol, pada kenyataannya ada ketidaksesuaian antara konsentrasi propofol di plasma dengan efek klinis yang terlihat, hal inilah yang dikenal dengan hubungan hysteresis antara konsentrasi plasma dengan efek klinis. Hubungan hysteresis ini disebabkan oleh adanya keterlambatan keseimbangan antara konsentrasi propofol di plasma dengan konsentrasi propofol di *effect site* (16).

Keterlambatan keseimbangan konsentrasi propofol pada kedua tempat tersebut tergantung dari beberapa hal yang termasuk dalam karakteristik dari farmakodinamik propofol. Adapun hal-hal itu di antaranya adalah curah jantung, aliran darah ke otak, dan karakteristik dari propofol yang menentukan kecepatan penembusan sawar darah otak seperti misalnya kelarutan propofol dalam lemak dan derajat ionisasi. Waktu yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan konsentrasi propofol di plasma dan *effect site* dapat diperhitungkan secara matematika dan sering disebut dengan konstanta *first-order* (K_{1e}), karena volume dari *effect site* dapat dianggap tidak ada maka K_{1e} dapat dianggap sama dengan K_{e0} yang mana menunjukkan konstanta kecepatan eliminasi obat dari effect site. Berdasarkan penemuan di atas, akhirnya selain target plasma, prosesor TCI propofol juga menghitung *target effect* (C_e) dari propofol yang mana sangat ditentukan oleh K_{e0} dari propofol tersebut (12).

Efek dari obat anestesi dapat dilihat dengan alat bantu EEG, BIS, *Audiotory Evoked Potential* (AEP), ataupun *somatosensory evoked potential* (SSEP). Pada praktek sehari-hari mungkin yang paling simpel adalah menggunakan BIS bila tersedia, namun jika tidak tersedia maka dilakukan monitoring efek klinis dari obat tersebut. Metode yang kedua adalah dengan menghitung *time to peak effect* (TTPE). Jika didefinisikan TTPE adalah keterlambatan waktu antara injeksi bolus suatu obat dengan efek puncak obat tersebut secara klinis (6). Jadi, jika bolus suatu obat diberikan, maka akan terjadi peningkatan cepat konsentrasi obat tersebut di dalam plasma yang selanjutnya akan diikuti dengan penurunan secara eksponensial, karena obat tersebut berpindah dari sirkulasi ke jaringan, termasuk organ target. Pada saat yang bersamaan konsentrasi obat di dalam organ target juga akan meningkat sampai terjadi peristiwa sebaliknya yaitu konsentrasi di organ target lebih tinggi dari plasma sehingga obat berpindah dari organ target ke sirkulasi. Titik di mana kurva konsentrasi dalam plasma memotong kurva konsentrasi dalam organ target disebut dengan TTPE (15).

TCI propofol dapat digunakan dengan menset sebelumnya target plasma (Cp) atau target efek (Ce). Jika yang diset adalah target plasma, maka mikroprosesor akan menghitung dosis dan menginjeksikan volume propofol dengan kecepatan yang sudah diatur, untuk mencapai target plasma yang sudah diset. Selanjutnya mikroprosesor menghitung dosis dan memberikan infusi volume propofol yang diperlukan untuk mempertahankan konsentrasi plasma yang sudah ditargetkan sebelumnya, sambil menunggu konsentrasi di *effect site* sama dengan konsentrasi di plasma. Sebagai contoh, jika target plasma yang ditentukan 2 micro/ml propofol, maka TCI akan menginjeksikan volume secukupnya hingga kadar di dalam plasma sebesar 2 micro/ml dan memberikan dosis infus secukupnya untuk mempertahankan konsentrasi propofol di plasma tetap 2 micro/ml sambil menunggu target efeknya mencapai 2 micro/ml. Jika yang diset adalah target efek, maka mikroprosesor akan menghitung dosis dan jumlah propofol yang diperlukan untuk membuat lonjakan konsentrasi level propofol di plasma meningkat sedemikian hingga target efek yang sudah ditentukan sebelumnya tercapai secepat mungkin. Sebagai contoh jika target efek diset 2 micro/ml, maka TCI akan memperhitungkan volume jumlah propofol yang diberikan untuk mencapai 2 micro/ml di efek target secepat mungkin, dalam hal ini biasanya pada awalnya konsentrasi di plasma dapat meningkat sampai 7 micro/ml, selanjutnya pelan-pelan turun dan bertahan di 2 micro/ml setelah konsentrasi di target efek sudah mencapai 2 micro/ml (12).

Monitoring kedalaman anestesi adalah hal yang paling penting pada saat penggunaan teknik TCI propofol, karena TCI propofol hanya memperkirakan kadar/konsentrasi propofol di plasma atau di *target effect*. Di samping itu, monitoring kedalaman anestesi juga penting untuk menghindari pasien dari *awareness* pada saat proses pembedahan berlangsung. Pengukuran kedalaman anestesi dapat dilakukan dengan dua jalan, yaitu dengan metode subyektif dan metode obyektif. Pada metode subyektif, penilaian kedalaman anestesi dapat dilakukan dengan memantau respon system saraf otonom dari pasien dan dengan menggunakan teknik *isolated forearm* (12). Sedangkan pada metode objektif dapat dilakukan dengan *spontaneous surface electromyogram* (SEMG), *Lower oesophageal contractility* (LOC), *Heart rate variability* (HRV), *Electroencephalogram and derived indices* (*spectral edge frequency*, *median frequency*, *bispectral index*), dan *evoked potentials*

(*auditory evoked potential, visual evoked potential, somatosensory evoked potential, auditory evoked potential index*) (17).

Salah satu metode subyektif dalam penilaian kedalaman anestesi adalah dengan memantau respon sistem saraf otonom dari pasien, metode ini sering disebut dengan *Patient Response to Surgical Stimulus* (PRST). Nilai PRST 0–3 dianggap anestesiannya cukup dalam, sedangkan nilai PRST lebih dari 3 dianggap anestesi dangkal. Pada penelitian yang membandingkan dengan BIS dengan PRST, nilai PRST 0–3 dibandingkan dengan nilai BIS 40–60. Walaupun menurut penelitian dikatakan bahwa PRST ini adalah indikator yang kurang baik untuk menilai kedalaman anestesi, tetapi ini adalah indikator klinis yang paling banyak digunakan di seluruh dunia untuk menentukan kedalaman anestesi, terutama di negara-negara berkembang (12). Keterbatasan dari PRST ini disebabkan oleh banyaknya hal lain selain kedalaman anestesi yang mempengaruhi respon sistem saraf otonom seperti misalnya pendarahan, obat opioid, hipoksia hipotermi, hiperkarbi dan yang lain lainnya. Penilaian kedalaman anestesi secara obyektif yang perkembangannya sangat pesat akhir-akhir ini adalah BIS. Selain untuk melihat kedalaman anestesi, BIS juga dapat membantu dalam pengambilan keputusan mengenai pemberian obat selama intraoperatif (15).

13. KESIMPULAN

Carotid Cavernous Fistula (CCF) adalah suatu komunikasi abnormal antara arteri dan vena di dalam sinus kavernosus. Pembagian CCF menjadi dua yaitu tipe langsung dan tidak langsung sesuai dengan *shunt arteriovenous*. Etiologi CCF langsung yang paling umum (70%-90%) adalah karena trauma dari fraktur basal tengkorak yang mengakibatkan robekan pada *internal carotid artery* (ICA) di dalam sinus kavernosus. Tujuan dari penatalaksanaan CCF adalah untuk menyumbat fistula sepenuhnya sambil menjaga aliran darah normal melalui ICA. Secara historis, ligasi CCA adalah intervensi bedah pilihan untuk perawatan pasien dengan CCF. Tindakan CCF yang dilakukan pada waktu yang tepat dan perioperatif anestesi yang baik maka dapat memperbaiki luaran pasca operasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jason AE, Hannah G, Sander CJ, Philip MM. Carotid-Cavernous Fistulas. *Neurosurg Focus*. 2012;32(5): E9.
2. Zhu L, Liu B, Zhong J. Post-Traumatic Right Carotid Cavernous Fistula Resulting in Symptoms in The Contralateral Eye: A Case Report and literature Review. *BMC Ophthalmology*. 2018;18(1):1-7.

3. Chaudhry I, Elkhamry S, Al-Rashed W, Bosley T. Carotid Cavernous Fistula: Ophthalmological Implications. *Middle East Afric J Ophthal*. 2009;16(2):57-63.
4. Ellis JA, Goldstein H, Connolly ES, Meyers PM. Carotid Cavernous Fistula. *Neurosurgery Focus*. 2012;32(5):1-11.
5. Canellas M, Cheema N. Misdiagnosed Spontaneous Carotid Cavernous Sinus Fistula. *Clinical Practice and Cases in Emergency Medicine*. 2019;3(3):256-58.
6. Bailey CR, Ray-Mazumder N, Sedighi Manesh R. Carotid Cavernous Fistula. *Journal of General Internal Medicine*. 2017;32(4):483-4.
7. Sultana S, Islam S, Rana S, Rifat KJ, Azad AK, Hasan M, et al. Comparison between different modalities of Endovascular treatment in Carotid Cavernous Fistula (CCF) and its shortterm outcome: Our Experience. *Bangla J Neurosurg*. 2019; 8(2):68-76.
8. Higashida RT, Hieshima GB, Halbach VV, Bentson JR, Goto K: Closure of Carotid Cavernous Sinus Fistulae by External Compression of the Carotid Artery and Jugular Vein. *Acta Radiol Suppl*. 1986; 369:580–583.
9. Gupta AK, Purkayastha S, Krishnamoorthy T, Bodhey NK, Kapilamoorthy TR, Kesavadas C, et al. Endovascular Treatment of Direct Carotid Cavernous Fistulae: A Pictorial Review. *Neuroradiology*. 2006; 48:831–839.
10. Bruder NJ, Ravussin P, Schoettker P. Supratentorial Masses: Anesthetic Consideration. Dalam: Cottrell JE, Patel P. *Neuroanesthesia*. Elsevier; 2017.189–208.
11. Kofke WA, Hensley J. Future Advance in Neuroanesthesia. Dalam: Cottrell JE, Patel P. *Neuroanesthesia*. Elsevier; 2017,475–89.
12. Ida S, I Putu PS, Siti CS, Himendra W. Konsep Dasar Target Controlled Infusion (TCI) Propofol dan Penggunaannya pada Neuroanestesi. *J Neuroanas Ind*. 2017;6(1): 58–69.
13. Debailleul A, Fichten A, Krivosic-Horber R. Target-Controlled Infusion with Propofol for Neuroanesthesia. *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation*. 2004.
14. Absalom AR, Glen JIB, Zwart GJ, Schnider TW, Struys MM. Target-Controlled Infusion: A Mature Technology. *Anesth Analg*. 2016;122(1):70–8.
15. Panduan Praktis Total Intravena Anesthesia dan Target Controlled Infusion. Sugiarto A. Jakarta: PP Perdatin; 2012.
16. Absalom A, Mani V, De Smet T, Struys M. Pharmacokinetic Models for Propofol: Defining and Illuminating the Devil in the Detail. *Br J Anaesth*. 2009;103(1):26–37.
17. Kaul H, Bharti N. Monitoring Depth of Anaesthesia. *Indian J Anaesth*. 2002;46(4):323–32.