

Laporan Kasus

Kewaspadaan terhadap Kejadian Stroke pada Pasien Pasca Bedah Pintas Arteri Koroner

Awareness of Stroke Incidence in Post CABG Patients

Zaki Saidi¹, Sasmojo Widito²

¹ Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya

² Departemen Keilmuan Jantung dan Pembuluh Darah, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya - Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Saiful Anwar Provinsi Jawa Timur

Diterima 27 Agustus 2024; direvisi 15 Oktober 2024; publikasi 31 Oktober 2025

INFORMASI ARTIKEL

Penulis Koresponding:

Zaki Saidi. Fakultas Kedokteran
Universitas Brawijaya – RSUD Dr.
Saiful Anwar Provinsi Jawa Timur,
Indonesia

Email: saidizaki06@gmail.com

ABSTRAK

Bedah pintas arteri koroner (*Coronary artery bypass grafting (CABG)*) merupakan penyebab utama stroke iatrogenik. Berdasarkan literatur, insiden stroke setelah CABG berkisar antara 1,1% hingga 5,7% dan terjadi paling sering dalam 48 jam pertama pascaoperasi. Risiko stroke setelah CABG dikaitkan dengan tingkat kematian yang jauh lebih tinggi.

Pasien laki-laki 62 tahun dengan faktor risiko hipertensi dan diabetes melitus dengan *coronary artery disease 3 vessel disease left main disease (CAD3VD LM disease)* direncanakan untuk dilakukan tindakan CABG. Pada pasien, data preoperatif menunjukkan adanya kardiomegali pada foto toraks, pemeriksaan ultrasonografi dupleks karotis dan ekstremitas yang normal serta ekokardiografi yang menunjukkan penurunan fraksi ejeksi dan *regional wall motion abnormality (RWMA)*. Prosedur CABG dilakukan selama 7 jam dengan *on pump procedure* dengan *cardiopulmonary bypass (CPB) time* 232 menit dan *aortic clamp time* 123 menit. Dua hari pasca-CABG, pasien mengalami komplikasi berupa stroke infark yang terdokumentasi pada hasil CT scan. Komplikasi stroke ini menyebabkan waktu rawat inap pasien menjadi lebih panjang yaitu selama 14 hari perawatan. Mekanisme kejadian stroke pasca-CABG dibedakan menjadi proses emboli dan hipoperfusi yang dipengaruhi oleh beberapa faktor risiko. Beberapa faktor diketahui sangat mempengaruhi kejadian stroke pasca-CABG termasuk faktor preoperatif, perioperatif dan pascaoperatif.

Pada pasien ini, faktor risiko hipertensi, diabetes melitus tipe II, penurunan fraksi ejeksi disertai faktor perioperatif seperti peningkatan *CPB time* dan *aortic clamp time* serta manipulasi aorta dengan prosedur *on pump* meningkatkan risiko stroke pada pasien.

kata kunci: Faktor; risiko; pasca-CABG; stroke.

ABSTRACT

Coronary artery bypass grafting (CABG) is a leading cause of iatrogenic stroke. According to the literature, the incidence of stroke following CABG ranges from 1.1% to 5.7%, with most strokes occurring within the first 48 hours after surgery. The risk of stroke after CABG is associated with a significantly higher mortality rate.

A 62-year-old male patient with risk factors including hypertension and diabetes mellitus, as well as coronary artery disease 3 vessel disease left main disease (CAD3VD LM disease), was scheduled for CABG. Preoperative data indicated cardiomegaly on chest X-ray, normal carotid and extremity duplex ultrasonography, and echocardiography revealed a decreased ejection fraction and Regional Wall Motion Abnormality (RWMA). The CABG procedure lasted 7 hours and was performed using an on-pump technique, with cardiopulmonary bypass (CPB) time of 232 minutes and

aortic clamp time of 123 minutes. Two days after the CABG, the patient developed complications in the form of an infarct stroke, which was confirmed by CT imaging. The stroke led to a prolonged hospitalization period, totaling 14 days. The mechanism of post-CABG stroke is divided into embolic and hypoperfusion processes, both influenced by various risk factors.

In this patient, risk factors such as hypertension, type II Diabetes Mellitus, decreased ejection fraction, and perioperative factors such as prolonged CPB and aortic clamp times, along with aortic manipulation during the on-pump procedure, contributed to the increased risk of stroke.

Keywords: Risk; factors; post-CABG; stroke.

PENDAHULUAN

Data saat ini menunjukkan bahwa bedah pintas arteri koroner (*Coronary artery bypass grafting (CABG)*) merupakan penyebab terbesar stroke iatrogenik. Persentasenya bervariasi di berbagai penelitian dan bergantung pada desain penelitian, profil risiko pasien, dan teknik operasi. Beberapa literatur menunjukkan bahwa insiden stroke setelah CABG antara 1,1% hingga 5,7%.⁽¹⁾ Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa 69% stroke terjadi dalam 48 jam pertama pascaoperasi, dengan proporsi pasien yang signifikan mengalami stroke iskemik. Meskipun kemajuan dalam penanganan bedah dan tehnik anestesi telah terjadi selama 10 tahun terakhir, risiko stroke setelah CABG belum menurun secara signifikan, kemungkinan karena populasi usia tua pada pasien CABG.^(2,3)

Studi terkini yang menggunakan pencitraan resonansi magnetik (*Magnetic Resonance Imaging (MRI)*) otak menunjukkan bahwa 45% pasien yang telah menjalani CABG memiliki lesi otak iskemik baru yang seringkali tidak terdeteksi secara klinis. Karena alasan ini, prevalensi stroke bisa lebih tinggi daripada yang terdokumentasi.⁽¹⁾ Stroke setelah CABG dapat berdampak serius pada luaran pasien. Stroke setelah CABG dikaitkan dengan peningkatan risiko kematian dan cacat permanen sebanyak 3–6 kali lipat. Pasien yang mengalami stroke setelah CABG memiliki masa rawat inap yang lebih lama, dengan tambahan lama rawat inap selama tujuh hari. Risiko stroke setelah CABG dikaitkan

dengan tingkat kematian yang jauh lebih tinggi, dengan tingkat kematian 30 hari yang 13 kali lipat lebih tinggi pada pasien dengan stroke perioperatif dibandingkan dengan mereka yang tidak disertai komplikasi stroke dalam perawatan. Temuan ini menyoroti kebutuhan mendesak akan strategi yang efektif untuk mencegah dan mengelola stroke pada pasien yang menjalani CABG.^(3,4) Meningkatkan kewaspadaan praoperatif, perencanaan bedah yang cermat, dan pemantauan pascaoperatif sangat penting dalam mengurangi risiko yang terkait dengan stroke.^(4,5)

ILUSTRASI KASUS

Laki-laki berusia 62 tahun dengan faktor risiko hipertensi, diabetes melitus tipe II (DM tipe II) dan riwayat merokok. Pasien dengan angina pectoris stabil memiliki riwayat pemeriksaan angiografi koroner yang menunjukkan *coronary artery disease 3 vessel disease with left main disease (CAD3VD LM disease)* dan direncanakan untuk tindakan CABG elektif. Pada pemeriksaan preoperatif didapatkan tekanan darah pada pasien 173/87 mmHg dengan denyut jantung 68 kali per menit. Pada pemeriksaan Elektrokardiografi (EKG) menunjukkan irama sinus dengan *Poor R wave progression* serta gambaran kardiomegali pada pemeriksaan foto toraks. Hasil Ekokardiografi transtorakal menunjukkan penurunan fraksi ejeksi disertai *Regional Wall Motion Abnormality* RWMA (+). Hasil ultrasonografi dupleks karotis dan ekstremitasnya menunjukkan

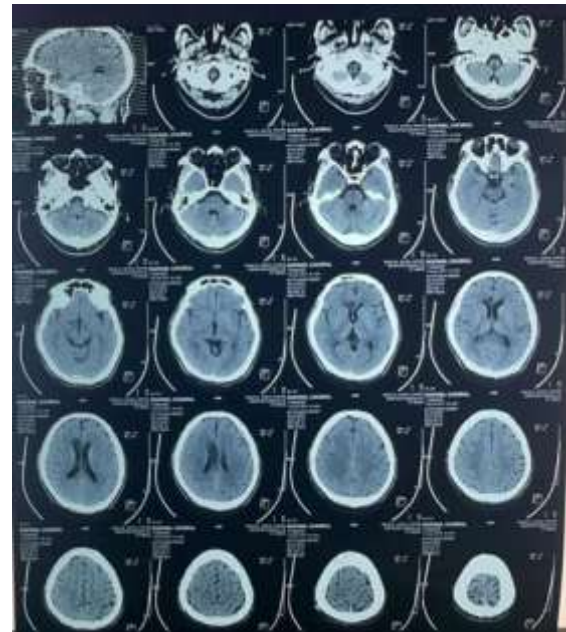
hasil normal.

Prosedur CABG dilakukan dengan teknik *on-pump* dengan *graft* pembuluh darah vena safena dan arteri mamari interna kiri. Tindakan CABG dikerjakan selama 7 jam dengan sukses dilakukan implantasi *graft* arteri mamari interna kiri ke distal *Left Anterior Descending* (LAD), *graft* vena safena ke distal *Right Coronary Artery* (RCA) dan *Diagonal 1* (D1) dengan *Cardiopulmonary Bypass* (CPB) *time* 232 menit dan *aortic clamp time* 152 menit. Tidak didapatkan komplikasi selama tindakan CABG. Pasien kemudian melanjutkan perawatan di ruang perawatan intensif.

Pada hari kedua perawatan didapatkan kondisi pasien afasia dengan kesulitan menggerakkan ekstremitas kiri dengan refleks babinski (+). Pemeriksaan CT scan kepala menunjukkan hasil Infark subakut pada *rostrum genu body corpus callosum* kanan dengan infark kronis pada subkorteks lobus temporo basal kanan (Gambar 1). Pasien kemudian dilakukan optimalisasi terapi stroke infark dengan terapi pasca CABG. Pasien dipulangkan setelah dirawat selama 12 hari.

PEMBAHASAN

Mekanisme kejadian stroke pasca-CABG dibedakan menjadi emboli dan hipoperfusi. Emboli dapat dibagi menjadi dua kategori: mikroemboli dan makroemboli berdasarkan ukuran (200 μ m atau lebih). Perbedaan ini mencerminkan manifestasi klinis yang berbeda. Makroemboli dapat menyebabkan hemiplegia, sementara mikroemboli tidak mungkin memiliki efek yang nyata kecuali jika jumlahnya signifikan. Makroemboli tidak mungkin berasal dari sirkuit ekstrakorporeal melainkan dari manipulasi bedah jantung dan aorta.⁽¹⁾



Gambar 1. Hasil CT Scan Kepala Menunjukkan Infark Sub Akut Pada *Rostrum Genu Body Corpus Callosum* Kanan

Emboli gas biasanya berasal dari gas anestesi seperti nitrogen oksida. Emboli ini masuk ke sisi kiri jantung menuju aorta (dari sirkuit *bypass*). Trombus dapat muncul dari apendiks kiri, aneurisma ventrikel kiri, atau dari sirkuit CPB. Heparin dapat berkontribusi untuk menciptakan emboli lemak dengan merangsang lipase lipoprotein endotel. Sumber utama emboli kolesterol berasal dari pembuluh darah besar dengan plak aterosklerotik.^(1,6)

Variasi tekanan darah yang signifikan selama operasi dapat meningkatkan kemungkinan cedera neurologis pascaoperasi dan risiko stroke. Telah ditunjukkan bahwa penurunan tekanan darah sistolik hingga ≤ 50 mmHg selama ≥ 10 menit meningkatkan komplikasi neurologis setelah operasi jantung dengan tekanan perfusi serebral > 50 mmHg yang dapat ditoleransi oleh otak. Namun, hal ini bisa berbeda pada pasien dengan stenosis intra atau ekstrakranial atau pada pasien dengan hipertensi kronis. Tekanan nadi, yang merupakan penanda kekakuan vaskular, juga dikenal sebagai prediktor stroke setelah operasi jantung. Telah dijelaskan bahwa

embolisasi dan hipoperfusi memiliki efek sinergis pada cedera neurologis. Karena hipoperfusi mengurangi *washout* emboli, yang menyebabkan cedera di daerah aliran otak.⁽⁷⁾

Beberapa faktor preoperatif yang mempengaruhi kejadian stroke pasca-CABG seperti usia tua, infark miokard akut, DM, penyakit pada karotis, riwayat stroke sebelumnya, aterosklerosis pada aorta ascendens dan hipertensi. Pada pasien yang kami rawat dengan usia saat ini 62 tahun yang meningkatkan resiko terjadinya stroke pasca-CABG. Merie dkk. melaporkan kejadian stroke yang meningkat setelah tindakan CABG pada usia tua. Risikonya jauh lebih tinggi pada usia tua dengan insiden stroke meningkat dari 10,1 per 100 orang-tahun pada pasien di bawah usia 60 tahun menjadi 18,4 per 100 orang-tahun pada mereka yang berusia 60 hingga 64 tahun. Yamamoto dkk. pada pada registri CREDO-Kyoto menjelaskan tentang usia lanjut menjadi faktor resiko independen pada stroke pasca-CABG.^(7,8)

Pasien menjalani tindakan CABG dengan perencanaan dan dilakukan persiapan dengan pemeriksaan penunjang sebelum tindakan CABG. Penelitian telah menunjukkan bahwa tindakan CABG pada fase akut setelah infark miokard akut (IMA) telah diketahui sebagai faktor risiko stroke iskemik. Penelitian oleh Anwar Shah dkk. menunjukkan IMA berhubungan dengan peningkatan kejadian stroke setelah CABG. Peningkatan risiko stroke setelah IMA tampaknya berhubungan dengan faktor protrombotik, termasuk inflamasi, trombosit, dan aktivasi simpatik.^(7,9)

Pasien dengan faktor risiko DM tipe II dengan HbA1C 10.8% meningkatkan risiko stroke pasca-CABG. Sebuah meta-analisis yang melibatkan lebih dari 7.895 pasien diabetes yang menjalani CABG menemukan bahwa pasien dengan kadar HbA1c 7,6% atau lebih tinggi memiliki rasio peluang (*Odds Ratio(OR)*) sebesar 2,23 untuk mengalami stroke dibandingkan dengan mereka

yang kadarnya lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan HbA1c merupakan prediktor kuat risiko stroke pada populasi ini.^(7,10)

Dashe dkk. dalam penelitian mereka mengungkapkan bahwa risiko stroke pasca-CABG meningkat pada pasien dengan stenosis berat pada karotis ekstrakranial. Lescan dkk. menyatakan bahwa stenosis karotis kontralateral asimtomatik merupakan faktor risiko stroke setelah operasi jantung pada pasien yang mengalami oklusi karotis sebelum operasi jantung. Shanghao dkk. dalam sebuah penelitian tinjauan melaporkan bahwa risiko stroke meningkat hingga 3% pada pasien CABG dengan stenosis karotis unilateral, 5% pada pasien dengan stenosis karotis bilateral, dan 7%–11% pada pasien dengan oklusi karotis.^(7,11) Pada pasien yang kami rawat didapatkan hasil ultrasonografi karotis preoperatif dalam batas normal.

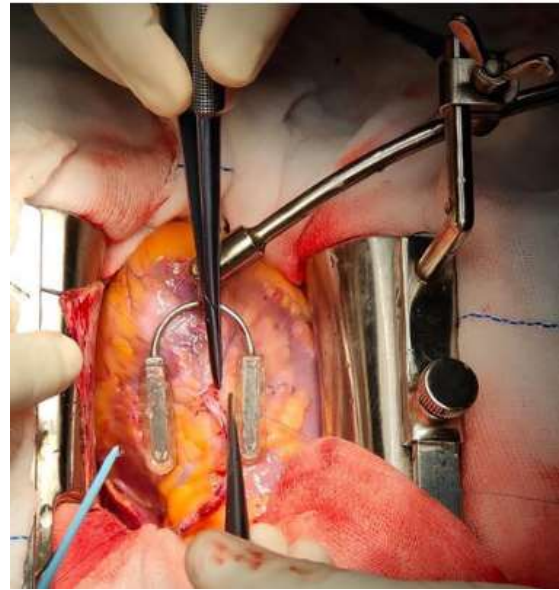
Pasien tidak memiliki riwayat stroke sebelumnya dengan hasil pemeriksaan ekokardiografi yang menunjukkan penurunan fraksi ejeksi ventrikel kiri (*Left ventricle Ejection Fraction (LVEF)*) 37%. Pasien dengan riwayat stroke sebelumnya memiliki risiko 3,6 kali lebih tinggi terkena stroke pasca-CABG dibandingkan dengan mereka yang tidak memiliki riwayat stroke sebelumnya. Studi tinjauan oleh Mao dkk. pada 14 studi menunjukkan bahwa penyakit serebrovaskular atau stroke sebelumnya merupakan prediktor independen yang konsisten untuk stroke setelah CABG. Cao dkk. menunjukkan bahwa angina tidak stabil, atrial fibrilasi pascaoperasi, hipotensi pascaoperasi, dan LVEF $\leq 35\%$ juga merupakan faktor risiko independen untuk stroke berulang pasca-CABG.⁽⁷⁾

Bedah jantung umumnya mencakup manipulasi aorta ascendens dengan kanulasi arteri, penjepitan pada aorta. Pada pasien dilakukan manipulasi aorta baik pada saat kanulasi arteria atau pada saat pemasangan graft. Pasien menjalani teknik *single clamp* dengan *on-pump*. Linden dkk. menunjukkan

bahwa pasien yang mengalami aterosklerosis pada aorta ascendens memiliki kejadian stroke sebesar 8,7% setelah operasi jantung. Penelitian oleh Asenbaum dkk. menunjukkan bahwa pada pasien dengan stroke terkait CABG memiliki penyakit aterosklerotik pada aorta ascendens sehingga stroke secara signifikan terkait dengan derajat penyakit aterosklerotik.⁽⁷⁾

Pasien memiliki faktor risiko hipertensi sejak 10 tahun dan mulai rutin menjalani pengobatan dalam 3 tahun terakhir. Dalam penelitian de Oliveira, terungkap bahwa hipertensi merupakan faktor penentu risiko stroke yang lebih tinggi selama 24 jam pertama periode pascaoperasi setelah CABG. Dalam penelitian lain oleh Kangasniemi dkk., hipertensi dilaporkan sebagai faktor risiko stroke setelah CABG. Dalam penelitian Bucerius dkk., hipertensi juga didefinisikan sebagai prediktor stroke setelah operasi jantung.⁽⁷⁾

Studi menunjukkan bahwa waktu CPB yang lebih lama dikaitkan dengan insiden stroke pascaoperasi yang lebih tinggi. Secara khusus, waktu CPB 114 menit atau lebih telah dikaitkan dengan peningkatan risiko stroke setelah prosedur CABG. Tinjauan sistematis oleh Mao et al. melaporkan bahwa waktu bypass kardiopulmoner yang lama memiliki korelasi positif yang konsisten dengan stroke pasca CABG. Santos dkk. melaporkan bahwa bypass kardiopulmoner selama lebih dari 110 menit merupakan prediktor risiko stroke setelah operasi jantung. Mekanisme di balik korelasi ini mencakup potensi emboli serebral dan hipoperfusi selama operasi, terutama pada pasien dengan penyakit arteri karotis yang ada. Pada pasien didapatkan pemanjangan pada CPB, yaitu selama 232 menit.^(7,13)



Gambar 2. Teknik CABG Off-Pump ⁽⁷⁾

Pada pasien dilakukan tindakan CABG dengan teknik *on pump* dimana studi telah menjelaskan hubungan antara CABG dengan *on pump* dibandingkan dengan *off-pump* dalam hal penurunan insiden stroke. Dijelaskan bahwa operasi cangkuk pintas arteri koroner *off-pump* mengurangi risiko cedera otak melalui penurunan embolisasi serebral dan respons inflamasi. Studi terkini menunjukkan bahwa CABG *off-pump* dikaitkan dengan insiden stroke pascaoperasi yang lebih rendah dibandingkan dengan CABG *on-pump*. Secara khusus, sebuah studi menemukan bahwa insiden stroke pascaoperasi adalah 3,4% untuk CABG *off-pump* (Gambar 2), dibandingkan dengan 9,8% untuk CABG *on-pump*. Studi oleh Nishiyama dkk. menunjukkan bahwa CABG *off-pump* menurunkan kejadian stroke sebagian besar dengan mengurangi insiden stroke dini, namun, risiko stroke dalam jangka waktu panjang tidak berbeda pada pasien yang menjalani CABG *off-pump* dan *on-pump*.⁽⁷⁾

Penelitian telah menunjukkan bahwa tingkat manipulasi aorta berkorelasi dengan kemungkinan mengalami stroke. Misalnya, pasien yang menjalani penjepitan aorta penuh selama CABG *on-pump* ditemukan memiliki kemungkinan 1,8 kali lebih besar untuk menderita stroke

dibandingkan dengan mereka yang menjalani teknik manipulasi minimal. Teknik CABG *off-pump*, yang meminimalkan manipulasi aorta, telah dikaitkan dengan tingkat stroke yang lebih rendah. Sebuah meta-analisis menunjukkan bahwa penggunaan teknik anaortik (menghindari manipulasi aorta) secara signifikan mengurangi risiko stroke dibandingkan dengan metode CABG *on-pump*. Rasio peluang untuk stroke pada pasien yang menjalani CABG anaortik dilaporkan sebesar 0,22, yang menunjukkan pengurangan risiko yang substansial.^(14,15)

Studi menunjukkan bahwa sindroma curah jantung rendah (*Low Cardiac Output Syndrome (LCOS)*) dikaitkan dengan insiden stroke pascaoperasi yang lebih tinggi karena mekanisme seperti hipoperfusi dan kejadian tromboemboli. Penelitian telah menunjukkan bahwa pasien yang mengalami LCOS setelah CABG memiliki risiko stroke yang jauh lebih tinggi. Satu studi yang melibatkan 11.825 pasien menemukan bahwa LCOS dikaitkan dengan OR sebesar 3 untuk terjadinya stroke, sementara dukungan inotropik yang berkepanjangan meningkatkan risiko terjadinya stroke. Pada pasien yang kami rawat tidak didapatkan komplikasi setelah tindakan dengan hemodinamik stabil.^(7,14)

Selama perawatan, pasien tidak didapatkan komplikasi berupa fibrilasi atrium. Fibrilasi atrium pascaoperasi (*Post-Operative Atrial Fibrillation (POAF)*) secara signifikan meningkatkan risiko stroke pada pasien yang menjalani CABG. Pasien dengan POAF menunjukkan risiko absolut 2% lebih tinggi untuk mengalami stroke segera setelah operasi dibandingkan dengan mereka yang tidak mengalami POAF. Hal ini berarti peningkatan risiko relatif sekitar 69% untuk stroke jangka pendek, dengan kejadian terutama terkonsentrasi pada periode pascaoperasi awal.⁽¹⁶⁾

Identifikasi pasien rentan yang berisiko tinggi terkena stroke sebelum CABG sangat penting untuk pendekatan

pengambilan keputusan bedah dan kewaspadaan terkait komplikasi CABG. Pada pasien dengan skor Pack2 ≥ 2 , CABG *off-pump* secara signifikan mengurangi risiko stroke dibandingkan dengan CABG *on-pump*, sedangkan tidak ada perbedaan yang tampak antara kedua strategi revaskularisasi pada pasien dengan skor Pack2 < 2 (Tabel 1).⁽¹⁴⁾

Tabel 1. Skor PACK2 Untuk Menilai Risiko Stroke Pasca-CABG. ⁽¹⁴⁾

VARIABEL	SKOR PACK2
PRIORITAS OPERASI	
Non Elektif	1
Elektif	0
PENYAKIT ARTERI PERIFER	
Ya	1
Tidak	0
GAGAL JANTUNG DAN ATAU FRAKSI EJEKSI $< 40\%$	
Ya	1
Tidak	0
GAGAL GINJAL KRONIK DAN ATAU KREATININ $> 2\text{MG/DL}$	
Ya	2
Tidak	0

SIMPULAN

Stroke merupakan komplikasi serius yang dapat terjadi selama atau setelah prosedur CABG. Beberapa faktor risiko utama yang dapat meningkatkan kejadian stroke setelah CABG meliputi faktor risiko preoperatif, perioperatif dan pascaoperatif yang dapat menyebabkan kondisi emboli dan hipoperfusi pada saat dan setelah tindakan CABG. Pada pasien yang kami laporkan, terdapat beberapa faktor risiko preoperatif seperti usia > 60 tahun, faktor risiko diabetes melitus dengan HbA1c diatas 7,6% serta hipertensi. Faktor intraoperatif juga memegang peranan penting terhadap kejadian stroke setelah CABG seperti pada pasien dengan *on-pump*, manipulasi aorta dan *CPB time* yang memanjang, yang menambah risiko terjadinya stroke pasca-CABG. Penilaian preoperatif yang baik, perencanaan bedah yang cermat, dan pemantauan pascaoperatif sangat penting dalam mengurangi risiko yang terkait dengan stroke.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gennari M, Polvani G, Generali T, Manganiello S, Ricciardi G, Agrifoglio M. Coronary Artery Bypass and Stroke: Incidence, Etiology, Pathogenesis, and Surgical Strategies to Prevent Neurological Complications. *Coronary Artery Bypass Graft Surgery*. 2017 Dec 20.
2. Mao Z, Zhong X, Yin J, Zhao Z, Hu X, Hackett ML. Predictors associated with stroke after coronary artery bypass grafting: a systematic review. *Journal of the neurological sciences*. 2015 Oct 15;357(1-2):1-7.
3. Nagre AS. Perioperative stroke–Prediction, Prevention, and Protection. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2018 Oct 1;62(10):738-42.
4. Palmerini T, Savini C, Di Eusanio M. Risks of stroke after coronary artery bypass graft–recent insights and perspectives. *Interventional Cardiology Review*. 2014 Apr;9(2):77.
5. Jonsson K, Barbu M, Nielsen SJ, Hafsteinsdottir B, Gudbjartsson T, Jensen EM, Silverborn M, Jeppsson A. Perioperative stroke and survival in coronary artery bypass grafting patients: a SWEDEHEART study. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2022 Oct 1;62(4):ezac025.
6. Blauth CI. Macroemboli and microemboli during cardiopulmonary bypass. *The Annals of thoracic surgery*. 1995 May 1;59(5):1300-3.
7. Jannati M. Risk factors for stroke post coronary artery bypass graft surgery: A review of literature. *Medicina Clínica Práctica*. 2024 Jan 1;7(1):100405.
8. Mérie C, Køber L, Olsen PS, Andersson C, Jensen JS, Torp-Pedersen C. Risk of stroke after coronary artery bypass grafting: effect of age and comorbidities. *Stroke*. 2012 Jan;43(1):38-43..
9. Åström A, Söderström L, Moos T. Risk of ischemic stroke after acute myocardial infarction in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Scientific Reports*. 2020 Mar 2;10(1):3831.
10. Zheng J, Cheng J, Wang T, Zhang Q, Xiao X. Does HbA1c level have clinical implications in diabetic patients undergoing coronary artery bypass grafting? A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Endocrinology*. 2017;2017(1):1537213.
11. Chen S, Mi C, Zhang S, Li Y, Yun Y, Zhang X, Chen J, Li Y, Zhang H, Gao T, Zou C. The role of carotid artery stenosis in predicting stroke after coronary artery bypass grafting in a Chinese cohort study. *Scientific Reports*. 2023 Dec 6;13(1):21536.
12. Jovin DG, Katlaps KG, Ellis BK, Dharmaraj B. Neuroprotection against stroke and encephalopathy after cardiac surgery. *Interventional Medicine and Applied Science*. 2019 Mar;11(1):27-37.
13. Laimoud M, Maghirang M, Alanazi M, Al-Mutlaq SM, Althibait SA, Alanazi B, Alomran M, Al Halees Z. Predictors and clinical outcomes of post-coronary artery bypass grafting cerebrovascular strokes. *The Egyptian Heart Journal*. 2022 Oct 18;74(1):76.
14. Gaudino M, Angiolillo DJ, Di Franco A, Capodanno D, Bakaeen F, Farkouh ME, Fremes SE, Holmes D, Girardi LN, Nakamura S, Head SJ. Stroke after coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention: incidence, pathogenesis, and outcomes. *Journal of the American Heart Association*. 2019 Jul 2;8(13):e013032.
15. Kapetanakis EI, Stamou SC, Dullum MK, Hill PC, Haile E, Boyce SW, Bafi AS, Petro KR, Corso PJ. The impact of aortic manipulation on neurologic outcomes after coronary artery bypass surgery: a risk-adjusted study. *The Annals of thoracic surgery*. 2004 Nov 1;78(5):1564-71.
16. Wang MK, Meyre PB, Heo R, Devereaux PJ, Birchenough L, Whitlock R, McIntyre WF, Chen YC, Ali MZ, Biancari F, Butt JH. Short-term and long-term risk of stroke in patients with perioperative atrial fibrillation after cardiac surgery: systematic review and meta-analysis. *CJC open*. 2022 Jan 1;4(1):85-96.