NEURONA
Majalah Kedokteran Neuro Sains
Perhimpunan Dokter Spesialis Saraf Indonesia
Volume 41 Nomor 5, Desember 2025, 3 halaman
https://doi.org/10.52386/neurona.v41i5.864

Tinjauan Kepustakaan

Trombektomi Mekanis dan Trombolisis Intraarteri pada Stroke Iskemik: Fokus pada Luaran Klinis

Mechanical Thrombectomy and Intraarterial Thrombolysis in Ischemic Stroke: Focus on Clinical Outcome

Rakhian Listyawan[1], Tommy Rachmat Setyawan[1]

[1]*Departemen Neurologi, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada / KSM Saraf RS Sardjito, Yogyakarta, Indonesia*

Korespondensi ditujukan kepada Rakhian Listyawan; rakh.list@gmail.com

Hak Cipta © 2025 Rakhian Listyawan dkk. Ini adalah artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah Creative Commons Attribution License, yang mengizinkan penggunaan, distribusi, dan reproduksi tanpa batas dalam media apa pun, asalkan karya aslinya dikutip dengan benar.

ABSTRACT

Mechanical thrombectomy has become the standard recommended therapy for acute ischemic stroke due to large vessel occlusion. A series of fundamental clinical trials have demonstrated the superiority of mechanical thrombectomy in achieving functional independence (modified Rankin Scale [mRS] score 0-2) at 90 days compared to medical therapy alone. The therapeutic window for mechanical thrombectomy has even been extended to 24 hours for selected patients based on perfusion imaging. Meanwhile, the role of intraarterial thrombolysis has evolved from primary therapy to an adjunctive or rescue strategy, used in cases of incomplete recanalization or distal embolism after mechanical thrombectomy. Both treatment modalities continue to evolve to improve clinical outcomes in patients.

Keywords: *Ischemic stroke, mechanical thrombectomy, intraarterial thrombolysis, large vessel occlusion, clinical outcome*

ABSTRAK

Trombektomi mekanis telah menjadi rekomendasi standar terapi untuk stroke iskemik akut akibat oklusi pembuluh darah besar. Serangkaian uji klinis fundamental telah menunjukkan superioritas trombektomi mekanis dalam mencapai kemandirian fungsional (skor *modified Rankin Scale* [mRS 0-2]) pada 90 hari dibandingkan terapi medis saja. Jendela terapi untuk trombektomi mekanis bahkan telah diperluas hingga 24 jam untuk pasien tertentu berdasarkan pencitraan perfusi. Sedangkan, peran trombolisis intraarteri telah berevolusi dari terapi primer menjadi strategi *adjunctive* atau *rescue*, yang digunakan dalam kasus rekanalisasi yang tidak tuntas atau emboli distal pasca trombektomi mekanis. Kedua modalitas terapi ini terus mengalami perkembangan demi meningkatkan perbaikan luaran klinis pada pasien

Kata Kunci: Stroke iskemik, trombektomi mekanis, trombolisis intraarteri, oklusi pembuluh darah besar, luaran klinis

1. Pendahuluan

Stroke merupakan penyakit yang menjadi masalah kesehatan global, menempati peringkat teratas sebagai penyebab kecacatan dan penyebab kematian kedua di seluruh dunia.[1] Stroke iskemik, mencakup sekitar 80–85% dari semua kasus stroke, merupakan jenis stroke yang paling banyak ditemukan.[1] Oklusi pembuluh darah besar (*large vessel occlusion*, LVO) terjadi pada 15–30% kasus stroke iskemik, melibatkan arteri proksimal seperti arteri karotis interna (*internal carotid artery*, ICA) atau segmen M1 dari arteri serebri media (*medial cerebral artery*, MCA). Prinsip utama stroke iskemik akut adalah reperfusi cepat untuk menyelamatkan jaringan otak iskemik yang masih berpotensi pulih (*penumbra*).[1] Selama bertahun-tahun, trombolisis intravena (*intravenous thrombolysis*, IVT) menggunakan *recombinant tissue plasminogen activator* (rtPA) menjadi standar emas penanganan. Namun, efektivitas IVT terbatas pada kasus LVO, yang sering kali menyebabkan stroke berat. Seiring kemajuan teknologi endovaskular, trombektomi mekanis (*mechanical thrombectomy*, MT) dan trombolisis intraarteri (*intraarterial thrombolysis,* IAT) telah menunjukkan harapan keberhasilan penatalaksanaan stroke iskemik akibat LVO.[1] Tinjauan ini akan membahas perkembangan kedua modalitas terapi tersebut dengan fokus pada perbandingan luaran klinis berdasarkan bukti-bukti ilmiah terkini.

2. Pembahasan

Awal Era Trombektomi Mekanis

Tahun 2015 menandai era trombektomi mekanis dengan terbitnya publikasi lima uji klinis acak terkontrol (*randomized controlled trial*, RCT) yang menunjukkan hasil positif, yaitu MR CLEAN *(Multicenter Randomized Clinical Trial of Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke in the Netherlands)*[2], ESCAPE *(Endovascular Treatment for Small Core and Anterior Circulation Proximal Occlusion with Emphasis on Minimizing CT to Recanalization Times)*[3], REVASCAT *(Randomized Trial of Revascularization with Solitaire FR Device versus Best Medical Therapy in the Treatment of Acute Stroke Due to Anterior Circulation Large Vessel Occlusion Presenting within Eight Hours of Symptom Onset),*[4] SWIFT PRIME *(Solitaire™ with the Intention for Thrombectomy as Primary Endovascular Treatment),*[5] dan EXTEND-IA *(Extending the Time for*

Thrombolysis in Emergency Neurological Deficits – Intra-Arterial).[6] Uji klinis tersebut, yang dicontohkan oleh MR CLEAN, secara konsisten menunjukkan bahwa penambahan trombektomi mekanis terhadap perawatan medis standar (termasuk *tissue plasminogen activator* [tPA] intravena [IV] pada pasien yang memenuhi kriteria) secara signifikan meningkatkan luaran fungsional pada pasien dengan LVO sirkulasi anterior yang ditangani dalam waktu 6 jam setelah *onset* gejala.[1,7]

Studi meta-analisis HERMES (*Highly Effective Reperfusion evaluated in Multiple Endovascular Stroke Trials*), yang menghimpun data pasien dari berbagai RCT tersebut (total 1.287 pasien), menunjukkan bahwa memberikan penurunan disabilitas yang bermakna pada 90 hari, dengan *adjusted common odds ratio* (cOR) sebesar 2,49 untuk luaran yang lebih baik pada skala Rankin yang dimodifikasi (*modified Rankin Scale*, mRS).[7,8] Data tersebut menunjukkan *number needed to treat* (NNT) sebesar 2,6 untuk meningkatkan skor mRS setidaknya satu tingkat.[8] Hal tersebut menunjukkan efek terapi yang sangat kuat. Selain itu, tingkat perdarahan intrakranial simptomatik dan mortalitas tidak berbeda secara signifikan antara kelompok trombektomi mekanis dan kelompok kontrol, menegaskan keamanan prosedur ini.[8]

Perluasan Jendela Terapi DAWN dan DEFUSE3

Hingga tahun 2018, terapi reperfusi untuk stroke iskemik akut sebagian besar dibatasi dalam jendela waktu 6 jam sejak onset gejala. Dua uji klinis besar, yaitu DAWN (*DWI or CTP Assessment with Clinical Mismatch in the Triage of Wake-Up and Late-Presenting Strokes Undergoing Neurointervention with Trevo*)[9] dan DEFUSE-3 (*Endovascular Therapy Following Imaging Evaluation for Ischemic Stroke 3*)[10], secara fundamental menantang paradigma "berbasis waktu" tersebut dengan memperkenalkan konsep "berbasis jaringan" (*tissue-based selection*) yang dipandu oleh pencitraan perfusi canggih. Kedua uji ini menyeleksi pasien berdasarkan adanya ketidaksesuaian (*mismatch*) antara inti infark yang kecil dan area penumbra yang luas, yakni jaringan otak yang masih berpotensi diselamatkan, yang diidentifikasi melalui *computed tomography perfusion* (CTP) atau *diffusion-weighted magnetic resonance imaging* (DW-MRI).[1]

Uji DAWN merekrut pasien dalam rentang 6–24 jam dari waktu terakhir diketahui normal, dengan menggunakan kriteria *mismatch* antara klinis-inti infark.[9] Hasilnya menunjukkan manfaat yang luar biasa, dengan 49% pasien yang menjalani trombektomi mekanis mencapai kemandirian fungsional (mRS 0–2) dibandingkan dengan hanya 13% pada kelompok terapi medis standar.[9]

Uji DEFUSE-3 merekrut pasien dalam rentang 6–16 jam menggunakan kriteria mismatch perfusi–inti infark.[10] Hasilnya sejalan, menunjukkan 45% kemandirian fungsional pada kelompok trombektomi mekanis dibandingkan 17% pada kelompok kontrol.[10] Kedua uji klinis ini menunjukkan hasil yang sangat positif hingga dihentikan lebih awal, dan secara langsung mengubah praktik klinis global, memperluas jendela waktu terapi trombektomi mekanis hingga 24 jam bagi pasien yang diseleksi dengan kriteria imaging yang ketat.

Pengembangan Kriteria Pasien Trombektomi

Mayoritas uji klinis, termasuk DAWN dan DEFUSE-3, mengecualikan pasien dengan inti infark luas pada saat awal masuk (misalnya, skor *Alberta Stroke Program Early Computed Tomographic Score* [ASPECTS] <6 atau volume inti >70 mL), karena kekhawatiran terhadap risiko tinggi transformasi hemoragik dan luaran yang buruk.[11] Namun, beberapa penelitian RCT terbaru, antara lain RESCUE-Japan LIMIT (*Recovery by Endovascular Salvage for Cerebral Ultra-Acute Embolism–Japan Large Ischemic Core Trial*)[12], SELECT2 (*Optimizing Patient Selection for Endovascular Treatment in Acute Ischemic Stroke 2*)[13], ANGEL-ASPECT (*Endovascular Therapy in Acute Anterior Circulation Large Vessel Occlusive Patients with a Large Infarct Core*)[14], dan TENSION (*Endovascular Thrombectomy for Acute Ischaemic Stroke with Established Large Infarct*)[15], telah secara khusus mengevaluasi kembali kriteria eksklusi tersebut. Uji klinis ini secara khusus mengacak pasien dengan infark inti luas (misalnya, ASPECTS 3–5 atau volume inti ≥50–70 mL) untuk menerima trombektomi mekanis atau terapi medis standar.[5]

Meta-analisis dari uji-uji klinis ini menunjukkan bahwa, meskipun pasien memiliki infark yang luas, trombektomi mekanis tetap memberikan luaran fungsional yang lebih baik—ditunjukkan dengan proporsi pasien yang mencapai mRS 0–2 atau 0–3 yang lebih tinggi dibanding kelompok kontrol.[5] Temuan ini secara fundamental mengubah pemahaman patofisiologi cedera iskemik. Inti infark secara tradisional dianggap sebagai jaringan yang tidak dapat diselamatkan dan mati. Namun, fakta bahwa trombektomi mekanis meningkatkan luaran fungsional bahkan pada populasi ini menyiratkan bahwa "inti infark" yang didefinisikan oleh pencitraan bukanlah suatu jaringan yang mati secara seragam. Kemungkinan besar, ia mengandung campuran jaringan yang heterogen, beberapa di antaranya mungkin masih dapat diselamatkan. Tindakan reperfusi pada kasus dengan onset yang terlambat dan pada infark yang luas, masih dapat memperbaiki luaran klinis, meskipun manfaat absolutnya lebih kecil dibandingkan pasien dengan inti infark kecil, trombektomi mekanis terbukti mengurangi jumlah pasien dengan luaran terburuk (misalnya, mRS 5–6).[5] Hal yang perlu ditekankan adalah bahwa manfaat ini dicapai tanpa peningkatan risiko *secondary intracranial hemorrhage* (sICH) atau mortalitas yang signifikan secara statistik.[5] Secara keseluruhan, bukti terbaru ini telah membuka peluang untuk perluasan indikasi trombektomi mekanis, menandai pergeseran paradigma dari pendekatan berbasis "ukuran infark" menjadi pendekatan yang mempertimbangkan viabilitas jaringan dan potensi pemulihan fungsional.

Peran Trombolisis Intraarteri sebagai Terapi Tambahan

Sebelum era trombektomi mekanis modern, trombolisis intraarteri, yaitu pemberian obat trombolitik seperti tPA atau urokinase secara langsung ke bekuan darah melalui kateter, merupakan strategi endovaskular utama.[6] Terapi ini memberikan tingkat rekanalisasi yang lebih tinggi (sekitar 60–70%) dibandingkan trombolisis intravena (tPA IV) pada kasus LVO, namun pada akhirnya digantikan oleh pengangkatan bekuan darah yang lebih cepat dan lebih efektif yang dilakukan dengan tindakan trombektomi mekanis.[6]

Saat ini, trombolisis intraarteri lebih diposisikan sebagai terapi tambahan (*adjunctive therapy*) pada prosedur trombektomi mekanis. Rasionalisasi pendekatan ini adalah bahwa, meskipun oklusi utama telah berhasil diangkat (mencapai reperfusi *Thrombolysis in Cerebral Infarction* [TICI] 2b–3), emboli distal atau trombus mikrovaskular dapat tetap ada, mengganggu perfusi tingkat jaringan dan membatasi pemulihan fungsional.[7] Pemberian trombolisis intraarteri bertujuan melarutkan sisa trombus tersebut untuk mengoptimalkan reperfusi.

Bukti dari meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa penggunaan trombolisis intraarteri tambahan dikaitkan dengan peningkatan signifikan secara statistik pada luaran fungsional sempurna (mRS 0–1) pada 90 hari (*relative risk* [RR] 1,23).[8] Namun, tidak ditemukan perbedaan bermakna pada luaran kemandirian fungsional (mRS 0–2) antara kelompok trombolisis intraarteri dan kontrol (RR 1,04).[8] Nilai skor mRS 0–2 adalah definisi standar dari tindakan yang sukses (kemandirian fungsional). Pasien dalam uji klinis ini telah menjalani trombolisis mekanis yang berhasil dan berada pada jalur menuju hasil yang baik. Kurangnya efek pada mRS 0–2 berarti trombolisis intraarteri tidak mengubah pasien yang dependen (mRS 3–5) menjadi independen (mRS 0–2). Sebaliknya, efek positif pada mRS 0–1 berarti trombolisis intraarteri membantu pasien yang sudah independen (mRS 0–2) mencapai pemulihan yang lebih baik lagi, mendekati sempurna.[8] Temuan ini menunjukkan bahwa manfaat klinis trombolisis intraarteri sebagai terapi tambahan adalah salah satu bentuk optimalisasi, bukan penyelamatan.

https://doi.org/10.52386/neurona.v41i5.864

3. Kesimpulan

Trombektomi mekanis merupakan intervensi endovaskular yang sangat efektif yang kini telah menjadi standar tata laksana untuk stroke iskemik akut akibat oklusi pembuluh darah besar, dengan manfaat yang kuat dan konsisten dalam mengurangi tingkat kecacatan jangka panjang. Seiring kemajuan bukti ilmiah, indikasi trombektomi mekanis terus berkembang, dari jendela waktu klasik 6 jam menjadi hingga 24 jam pada pasien terpilih berdasarkan pencitraan perfusi. Lebih lanjut, hasil penelitian terkini menunjukkan bahwa trombektomi mekanis tetap memberikan manfaat bermakna bahkan pada pasien dengan inti infark yang besar, yang sebelumnya dianggap tidak layak untuk intervensi. Trombolisis intraarteri telah berkembang menjadi terapi tambahan yang menjanjikan yang dapat dipertimbangkan pasca keberhasilan trombektomi mekanis. Bukti ilmiah terbaru menunjukkan bahwa terapi trombolisis intraarteri setelah reperfusi primer dapat meningkatkan peluang luaran fungsional yang sempurna (mRS 0–1) tanpa secara signifikan meningkatkan risiko perdarahan mayor.

4. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada panitia JogjaCLAN 2025 atas kesempatan yang diberikan. Terimakasih juga kepada rekan-rekan sejawat di Rumah Sakit Dr. Sardjito dan Departemen Neurologi Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada atas dukungan serta kontribusinya dalam penulisan artikel ini.

5. Daftar Pustaka

[1] Chavda V, Parmar H, Stary CM, Bhrambhatt R, Priola S, Umana GE, dkk. Endovascular therapy in large vessel occlusion stroke: navigating critical debates. Ann Med Surg. 2025;87(8):4721–3.
[2] Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, Van Den Berg LA, Lingsma HF, Yoo AJ, dkk. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. New England Journal of Medicine. 2015;372(1):11-20.
[3] Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, Eesa M, Rempel JL, Thornton J, dkk. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. New England Journal of Medicine. 2015;372(11):1019-30.
[4] Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, de Miquel MA, Molina CA, Rovira A, dkk. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. New England Journal of Medicine. 2015;372(24):2296-306.
[5] Saver JL, Goyal M, Bonafe A, Diener HC, Levy EI, Pereira VM, dkk. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. New England Journal of Medicine. 2015;372(24):2285-95.
[6] Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, Dewey HM, Churilov L, Yassi N, dkk. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. New England Journal of Medicine. 2015;372(11):1009-18.
[7] Sarraj A, Gupta R. Endovascular treatment for ischemic strokes with large vessel occlusion: proven therapy and bright future. Stroke. 2015;46(5):1431–2.
[8] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, Dippel DW, Mitchell PJ, Demchuk A, dkk. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. Lancet. 2016;387(10029):1723–31.
[9] Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, Bonafe A, Budzik RF, Bhuva P, dkk. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct. New England Journal of Medicine. 2018 Jan 4;378(1):11-21.
[10] Albers GW, Marks MP, Kemp S, Christensen S, Tsai JP, Ortega-Gutierrez S, dkk. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging. New England Journal of Medicine. 2018 Feb 22;378(8):708-18.
[11] Al-Mufti F, Marden FA, Burkhardt JK, Raper D, Schirmer CM, Baker A, dkk. Endovascular therapy for anterior circulation emergent large vessel occlusion stroke in patients with large ischemic cores: a report of the SNIS Standards and Guidelines Committee. J Neurointerv Surg. 2024;16(9):870–8.
[12] Yoshimura S, Sakai N, Yamagami H, Uchida K, Beppu M, Toyoda K, dkk. Endovascular therapy for acute stroke with a large ischemic region. New England Journal of Medicine. 2022;386(14):1303-13.
[13] Sarraj A, Hassan AE, Abraham MG, Ortega-Gutierrez S, Kasner SE, Hussain MS, dkk. Trial of endovascular thrombectomy for large ischemic strokes. New England Journal of Medicine. 2023;388(14):1259-71.
[14] Huo X, Ma G, Zhang X, Pan Y, Tong X, Sun D, dkk. Endovascular therapy in acute anterior circulation large vessel occlusive patients with a large infarct core (ANGEL-ASPECT): protocol of a multicentre randomised trial. Stroke and Vascular Neurology. 2023;8(2).
[15] Thomalla G, Fiehler J, Subtil F, Bonekamp S, Aamodt AH, Fuentes B, dkk. Endovascular thrombectomy for acute ischaemic stroke with established large infarct (TENSION): 12-month outcomes of a multicentre, open-label, randomised trial. The Lancet Neurology. 2024;23(9):883-92.
[16] O'Carroll CB, Rubin MN, Chong BW. What is the role for intra-arterial therapy in acute stroke intervention? Neurohospitalist. 2015;5(3):122–32.
[17] Qureshi AI, Al-Salihi MM, Bhatti IA, Al-Jebur MS, Abd Elazim A, Ansari SA, dkk. Intraarterial thrombolysis as an adjunct to thrombectomy in acute ischemic stroke: current status and future prospects. J Neuroimaging. 2025;35(2):e70030.
[18] Guo Y, Yang G, Ding Y, Liu C, Shen Z, Zhang H, dkk. Efficacy and safety of intra-arterial thrombolysis after endovascular reperfusion for acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. Int J Surg. 2025;111(6):4002–8