Consensus Document on Transradial Neuroendovascular Therapy

経橈骨動脈脳血管内治療
コンセンサスドキュメント

2026

経橈骨動脈脳血管内治療研究会
日本脳神経血管内治療学会

経橈骨動脈脳血管内治療
コンセンサスドキュメント
2026年 10月

コンセンサス作成委員（五十音順）

綾部　純一　　横須賀共済病院

伊藤　英道　　聖マリアンナ医科大学

岩田　智則　　えびな脳神経クリニック

小山　淳一　　小林脳神経外科病院

田之上俊介　　陸上自衛隊第 4 師団司令部

田村　貴光　　仙台徳洲会病院

花岡　吉亀　　伊那中央病院

森　健太郎　　横浜栄共済病院

JSNET ワーキンググループ

石井　暁

鶴田　和太郎

坂本　誠

有村　公一

序　文

医療において、患者への負担を軽減しつつ最大の治療効果を得ることは、常に追求されてきた根本的な目標である。外科領域では、創部を小さくし、疼痛や合併症を軽減する低侵襲手術が模索されてきた。血管内治療は低侵襲治療として既に広く認識されている。

カテーテルを血管内に挿入する際、血管穿刺部位が病変に近いほど操作は容易であり、また使用可能なカテーテル径が大きいほど多様な治療デバイスを選択できる。脳血管へのアプローチとしては、頚部、大腿部、肘部などからの穿刺が考えられるが、従来は主に大腿動脈穿刺が選択されてきた。大腿動脈は脳血管に最も近い穿刺部位ではないものの、十分な血管径を有し、汎用性が高いという利点があるためである。一方で、大腿動脈は深部を走行し、腹腔にも近いという解剖学的特徴を有することから、大腿動脈アプローチ（transfemoral approach: TFA）では穿刺部合併症を生じる可能性がある。虚血性心疾患に対する循環器領域のカテーテル治療においても、かつてはTFAが主に用いられていた。しかし、1990年代に橈骨動脈アプローチ（transradial approach: TRA）が提唱され、現在ではTRAが第一選択として広く普及している。我々は2019年に経橈骨動脈脳血管内治療研究会（Meeting of Transradial Neurointervention）を設立し、TRAに関する情報交換を開始した。近年、国内外において経橈骨動脈脳血管内治療（transradial neurointervention: TRN）に関する報告は増加している。国内のみならず世界的にも、より低侵襲な脳血管内治療法が求められており、その有力な選択肢の一つがTRAの導入であると考えられる。

橈骨動脈は大腿動脈よりも浅部を走行するため止血が容易である一方、血管径が細く、血管損傷のリスクを伴う。また、TRAにおけるカテーテルの挙動はTFAとは異なる。そのため、TRAが期待されるような真の低侵襲脳血管内治療法として確立されるためには、さらなる経験とエビデンスの蓄積が必要である。本コンセンサスドキュメントでは、現時点におけるTRNに関するエビデンスと我々の認識をまとめた。本コンセンサスドキュメントが、安全かつ有効なTRNの確立に向けた一助となり、今後の新たな知見の礎となることを願う。

2026年 7月

経橈骨動脈脳血管内治療研究会

目　次

1. 総　論 ---------- 4

1.1 穿刺前評価 ---------- 5

1.2 穿刺前処置 ---------- 6

1.3 穿刺のテクニック ---------- 7

1.4 シースの選択と挿入 ---------- 8

1.5 周術期管理 ---------- 9

参考1 穿刺部合併症 ---------- 12

参考2 TRAによる脳血管内治療の実行可能性と難渋する因子 ---------- 12

2. 各　論 ---------- 14

2.1 遠位橈骨動脈アプローチ ---------- 15

2.2 左橈骨動脈アプローチ ---------- 16

2.3 診断血管撮影 ---------- 18

2.4 脳動脈瘤治療 ---------- 20

2.5 頚動脈ステント留置術 ---------- 21

2.6 機械的血栓回収療法 ---------- 22

2.7 外頚動脈系塞栓術（慢性硬膜下血腫塞栓術を中心に） ---------- 24

本稿で用いられている略語

TRA: transradial approach
TRN: transradial neurointervention
TFA: transfemoral approach
RCT: rondamized control trial
RAS: radial artery spasm
RAO: radial artery occlusion
GC: guiding catheter

1 総　論

橈骨動脈アプローチにおける穿刺から止血までの基本手技の推奨度とエビデンスレベルについて、「脳卒中治療ガイドライン 2021」[1]で使用された分類を基に、独自の分類を作成した。これはSociety of Neurointerventional Surgery (SNIS) Standards and Guidelines Committee策定の推奨[2] (AHA/ASA 推奨基準) に新たなエビデンスを追加したものである。(表1, 2)

【引用文献】
1) 日本脳卒中学会 脳卒中ガイドライン委員会. 「脳卒中治療ガイドライン2021」. 協和企画; 2021.
2) Starke RM, Snelling B, Al-Mufti F, et al. Transarterial and transvenous access for neurointerventional surgery: report of the SNIS Standards and Guidelines Committee. J Neurointerv Surg. 2020;12(8):733-741. doi:10.1136/neurintsurg-2019-015573

表 1 推奨度に関するTRN研究会の分類

推奨度	定義	内容
A	強い推奨	行うよう勧められる／行うべきである
B	中等度の推奨	行うことは妥当である
C	弱い推奨	考慮しても良い／有効性が確立していない
D	利益がない	勧められない／有効ではない
E	有害	行わないよう勧められる／行うべきではない

表2 推奨文のエビデンスレベルに関するTRN研究会の分類

エビデンスレベル	定義
高	良質な複数 RCT による一貫したエビデンス、もしくは観察研究などによる圧倒的なエビデンスがある。今後の研究により評価が変わることはまずない。
中	重要な limitation のある（結果に一貫性がない、方法論に欠陥、非直接的である、不精確である）複数 RCT によるエビデンス、もしくは観察研究などによる非常に強いエビデンスがある。もしさらなる研究が実施された場合、評価が変わる可能性が高い。
低	観察研究、体系化されていない臨床経験、もしくは重大な欠陥をもつ複数 RCT によるエビデンス。あらゆる効果の推定値は不確実である。

1 - 1 穿刺前評価

推奨

- **Allenテストや Barbeauテストを含む手技前の側副血行テストは、TRAに伴う虚血性合併症の予測には有用ではなく、アクセス部位選定の要素にすべきではない（推奨度 D、エビデンスレベル高）**

解説

従来、TRAの前には、Allenテストや Barbeauテスト（パルスオキシメトリーと脈波計を使用）による手指の側副血行の評価が行われてきた。しかし、これらの検査は手指の虚血を予測するものではない。4,000人以上を対象に TRA手技を行った MATRIX 試験では、手技前の側副血行検査結果にかかわらず手技後の症候性手指虚血の発生率は0%であった[3]。

【引用文献】

3) Valgimigli M, Frigoli E, Leonardi S, et al. Radial versus femoral access and bivalirudin versus unfractionated heparin in invasively managed patients with acute coronary syndrome (MATRIX): final 1-year results of a multicentre, randomised controlled trial. Lancet. 2018;392(10150):835-848. doi:10.1016/S0140-6736(18)31714-8

1 - 2 穿刺前処置

推奨

- **疼痛対策及び橈骨動脈攣縮発生抑制として穿刺前にリドカインとニトログリセリンを局所投与すべきである（推奨度 A、エビデンスレベル高）**
- **橈骨動脈攣縮発生抑制として十分な鎮静を行うことは妥当である（推奨度 B、エビデンスレベル中）**

解説

痛みや不安からカテコラミンが放出されると橈骨動脈攣縮（radial artery spasm：RAS）が発生しやすくなる。その結果、穿刺やその後のシース・カテーテルのカニュレーションが困難になるため、疼痛及び不安対策が重要である[4]。

穿刺の少なくとも30分前にリドカインクリーム(40 mg)とニトログリセリン軟膏（30 mg）を局所に塗布することで、橈骨動脈の直径が拡大し穿刺がより容易になることが示されている。国内では注射針・静脈留置針穿刺時の疼痛緩和目的の外用性局所麻酔類似薬としてリドカイン・プロピトカインの共融混合物（エムラ, 佐藤製薬, 東京, 日本）が使用可能である。また、ニトログリセリン単独（1,500 mcg）の皮下注射やリドカイン含有の外用薬にも同様の効果が確認されている[5,6]。

次に、十分な鎮静が重要である。2,000人以上を対象とした無作為化試験では、手技前にオピオイドとベンゾジアゼピンを静脈内投与（量）するとRASのリスクが 1/3 に減少した（2.6% vs 8.3%, OR 0.29, $p < 0.001$）[7]。

【引用文献】

4) Brunet M-C, Chen SH, Peterson EC. Transradial access for neurointerventions: management of access challenges and complications. J Neurointerv Surg. 2020;12(1):82-86. doi:10.1136/neurintsurg-2019-015145

5) Ezhumalai B, Satheesh S, Jayaraman B. Effects of subcutaneously infiltrated nitroglycerin on diameter, palpability, ease-of-puncture and pre-cannulation spasm of radial artery during transradial coronary angiography. Indian Heart J. 2014;66(6):593-597. doi:10.1016/j.ihj.2014.05.023

6) Tatlı E, Yılmaztepe MA, Vural MG, et al. Cutaneous analgesia before transradial access for coronary intervention to prevent radial artery spasm. Perfus (United Kingdom). 2018;33(2):110-114. doi:10.1177/0267659117727823

7) Deftereos S, Giannopoulos G, Raisakis K, et al. Moderate procedural sedation and opioid analgesia during transradial coronary interventions to prevent spasm: A prospective randomized study. JACC Cardiovasc Interv. 2013;6(3):267-273. doi:10.1016/j.jcin.2012.11.005

1 - 3 穿刺のテクニック

推奨

- **標準的に超音波ガイド下で穿刺を行うことは妥当である（推奨度 B、エビデンスレベル高）**
- **超音波ガイド下のdouble wall puncture手技は、single wall puncture 手技と比較して、シース挿入までの時間および穿刺回数の短縮に有効である（推奨度 B、エビデンスレベル中）**

解説

穿刺部位は手首の掌側にある皺（橈骨茎状突起）から2～3 cm近位を穿刺する。穿刺に要する時間について、循環器領域におけるコンセンサス・ステートメントでは3分以内が推奨されている[8]。この時間を達成するためには、迅速かつ正確な手技が必要である。指先の二点識別限界は2～4 mmであり[9]、拍動触知下での穿刺には限界がある。低血圧やRASは拍動触知下での穿刺の成功率を低下させる。エコーは血管および針の位置や動きを視覚的に確認できるため、低血圧を含む様々な状況下でも正確な穿刺が可能となる。700人規模の無作為化試験では、超音波ガイド下穿刺は、拍動触知下穿刺と比較して試行回数が減少し（平均 1.65 ± 1.2 回 vs 3.05 ± 3.4 回、$p < 0.0001$）、アクセスまでの時間が短く（88 ± 78 秒 vs 108 ± 112 秒、$p = 0.006$）、初回成功率は高かった（64.8% vs 43.9%、$p < 0.0001$）[9]。このように試行回数が減少することは、アクセス部位の患者の疼痛、腫脹、血腫を予防することにもつながるため重要である。したがって、超音波ガイド下穿刺は困難な症例に限らず、標準的に行う手技として有効であると考えられる。

もう一つの穿刺成功への方法として、血管の前壁と後壁を貫通する double wall puncture が有効とされる。超音波ガイド下においては、double wall punctureは single wall punctureと比較して成功までの穿刺回数を減らし($p = 0.04$)、アクセス達成までの時間を短縮できる（$p = 0.03$）。一方で、超音波ガイド下で single wall punctureを行う際、エコープローブを離すと針の位置がずれる可能性も指摘されている[9]。

【引用文献】

8) Rao S V., Tremmel JA, Gilchrist IC, et al. Best practices for transradial angiography and intervention: A consensus statement from the society for cardiovascular angiography and intervention's transradial working group. Catheter Cardiovasc Interv. 2014;83(2):228-236. doi:10.1002/ccd.25209

9) Seto AH, Roberts JS, Abu-Fadel MS, et al. Real-Time Ultrasound Guidance Facilitates Transradial Access. JACC Cardiovasc Interv. 2015;8(2):283-291. doi:10.1016/j.jcin.2014.05.036

1 - 4 シースの選択と挿入

推奨

- **穿刺部合併症を最小限にするために、可能な限り細径のシースを使用すべきである（推奨度 A、エビデンスレベル高）**
- **橈骨動脈閉塞のリスクを軽減するために、外径が橈骨動脈径より小さいシースを使用することが妥当である（推奨度 B、エビデンスレベル中）**
- **シース留置が適切であることを確認するために、橈骨動脈造影を行うよう勧められる（推奨度 A、エビデンスレベル低）**

解説

橈骨動脈は他のアクセス部位に比べて細いため、シースサイズの選択が重要である。シース径が大きくなると、特にシースの外径が橈骨動脈径を超える場合、RAO の発生率が高まることが示されている[10]。そのため、RAOのリスクを軽減するためには、シース外径が橈骨動脈径より小さいシースの使用が推奨される[2]。さらに、橈骨動脈への反復的な摩擦が RASを誘発するため、親水性コーティングが施された長いシースの使用が有用である。現在、国内で使用可能な肉薄の親水性コーティングが施されたシースとして、Glidesheath Slender series（TERUMO, Japan）、Prelude Ideal series（Merit Medical, US）、VARIUS series（Medikit, Japan）がある。いずれも通常のシースよりも 0.5〜1Fr 程度薄く作られ、TRA 関連の報告でよく使用されている[11]。日本人の場合、これらのシースを用いれば、6Frシースは男性で90%、女性で80%、7Frシースは男性で75%、女性で55%が適合する[10]。

また、シースレスTRA も報告されており、これによりシース分の外径を抑え、より大きな内径のガイディングカテーテル（GC）の挿入が可能となる[12]。ただし、GCは全面にコーティングが施されているわけではなく、標的血管への誘導時に橈骨動脈へ持続的かつ反復的な摩擦が加わるため、RASを引き起こし抜去困難となるケースが報告されている[13]。さらに、RAOの発生率を減少させるというエビデンスはなく、むしろ血管解離のリスクが高まる可能性が指摘されている。急性冠症候群に対する TRA 治療では、7Fr Glidesheath Slender を使用した場合と、7.5Fr GCをシースレスで使用した場合（5.5Fr シース相当の外径）を比較すると、シースレス手技の方が RAO 発生率が高いことが報告されている[14]。さらに、8FrGCをシースレスで使用した場合（6Fr ガイディングシース相当）には、RAO発生率が 40%を超える報告もある[15,16]。

そのため、シースが使用可能な場合にはシースを使用することが推奨される。特に 8Fr GCを使用する場合には、血管径がカテーテルの外径を上回ることが確認された患者に限定して行うなど、慎重な患者選択が必要である。

【引用文献】

10) Tanoue S, Ono K, Yoshiura T, Miyama M, Okawa H, Shirotani T. Distal Transradial Approach in Mechanical Thrombectomy: Technical Note. J Neuroendovascular Ther. 2021;15(6):408-414. doi:10.5797/jnet.tn.2020-0060

11) Kühn AL, de Macedo Rodrigues K, Singh J, Massari F, Puri AS. Distal radial access in the anatomical snuffbox for neurointerventions: a feasibility, safety, and proof-of-concept study. J Neurointerv Surg. January 2020:neurintsurg-2019-015604. doi:10.1136/neurintsurg-2019-015604

12) Tanoue S, Ono K, Toyooka T, Nakagawa M, Wada K. Feasibility, efficacy, and safety of mechanical thrombectomy via sheathless transradial access as a first-line strategy: A case series. Clin Neurol Neurosurg. 2024;245(June):108471. doi:10.1016/j.clineuro.2024.108471

13) Weinberg JH, Sweid A, Asada A, et al. Access Site Complications and Management of the Transradial Approach for Neurointerventions. Neurosurgery. 2022;91(2):339-346. doi:10.1227/neu.0000000000002022

14) Isawa T, Horie K, Honda T, Taguri M, Tada N. Slender Sheath/Guiding Catheter Combination vs. Sheathless Guiding Catheter for Acute Coronary Syndrome: A Propensity-Matched Analysis of the Two Devices. De Luca L, ed. J Interv Cardiol. 2020;2020:1-10. doi:10.1155/2020/8216831

15) Fuga M, Tanaka T, Tachi R, et al. Risk factors for radial artery occlusion after neurointervention for unruptured intracranial aneurysm via transradial access. Interv Neuroradiol. July 2023. doi:10.1177/15910199231189927

16) Boeken T, Altayeb A, Shotar E, et al. Prohibitive Radial Artery Occlusion Rates Following Transradial Access Using a 6-French Neuron MAX Long Sheath for Intracranial Aneurysm Treatment. Clin Neuroradiol. 2022;32(4):1031-1036. doi:10.1007/s00062-022-01177-8

1 - 5 周術期管理

推奨

- **橈骨動脈攣縮の予防にベラパミルやニトログリセリンを含む血管拡張薬の動脈内投与は妥当である（推奨度 B、エビデンスレベル中）**
- **橈骨動脈閉塞軽減のために、50μg/kgまたは5000 Uの未分画ヘパリンによる抗凝固療法を行うよう勧められる（推奨度 A、エビデンスレベル高）**
- **橈骨動脈閉塞軽減のために Patent hemostasis を行うべきである（推奨度 A、エビデンスレベル高）**
- **穿刺部合併症の早期発見のため、穿刺部位の定期的な評価が必要である。また、退院前および術後最初の診察時に橈骨動脈の開存を評価することが勧められる（推奨度 A、エビデンスレベル低）**

解説

血管拡張薬 (Radial cocktail)

“Radial cocktail”と呼ばれる予防的血管拡張薬の投与は、RASを減少させることが示されているが、最も効果的な薬剤の組み合わせや投与量に関する明確なコンセンサスは得られていない。22のランダム化試験のメタアナリシスによると、ニトログリセリン 200 μg とベラパミル 5 mg の動脈内投与が RASの発生率を最も低く抑えたことが示されている[17]。したがって、ベラパミルやニトログリセリンを含む “Radial cocktail” の動脈内投与は、RASの予防に有用であると考えられる。ただし、これらの投与により血圧低下が生じる可能性があるため、患者の状態に応じて投与量や薬剤の種類を適宜調整する必要がある。

ヘパリン

治療量（50 U/kg または 5,000 U）の未分画ヘパリン投与は、RAOの発生率を6倍減少させることが示されており、さらに高用量（100 U/kg）の投与ではRAOの発生率をより一層減少させることが示されている。したがって、RAOのリスクを軽減するためには、少なくとも 50 U/kg または5,000 Uの未分画ヘパリンによる抗凝固療法が推奨される。また、ヘパリンの投与経路（動脈内または静脈内）に関しては、RAOの発生率に差はないとされている[2]。

Patent Hemostasis

Conventional TRA後の橈骨動脈の開存率を高めるためには、patent hemostasis法が重要であるとされ、従来の圧迫止血法（手技または圧迫止血バンド）と比較して、RAOの発生率が75%減少することがRCTで示されている[8]。

以下にPatent hemostasis の手順を示す[8]。（図1）

【引用文献】

17） Kwok CS, Rashid M, Fraser D, Nolan J, Mamas M. Intra-arterial vasodilators to prevent radial artery spasm: A systematic review and pooled analysis of clinical studies. Cardiovasc Revascularization Med. 2015;16(8):484-490. doi:10.1016/j.carrev.2015.08.008

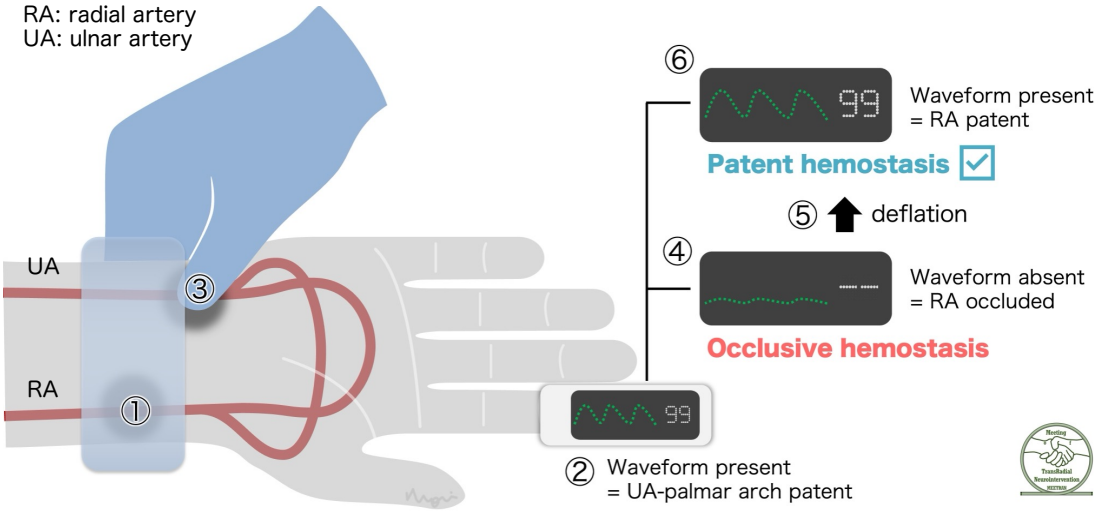


図1. Patent hemostasis

ステップ1：シースを2〜3 cm引き抜く。
ステップ2：皮膚入口部位の近位2〜3 mmに止血デバイスを装着し、バルーンを膨張させてからシースを抜去する。
ステップ3：止血デバイスの圧を、皮膚入口部位で軽度の拍動性出血が確認できる程度まで下げる。拍動性出血が 2〜3 回見られたら、止血デバイスのバルーンを徐々に膨張させ、拍動性出血を完全に止める（①）。
ステップ4：SpO2モニターを患側の示指に装着し、拍動波形を観察する（②）。尺骨動脈を圧迫し波形を観察する（③）。SpO2モニターの波形が消失している場合、橈骨動脈の血流が遮断されていることを示す（④）。この際、SpO2 モニターに波形が出現するまで止血圧を下げる（⑤⑥）。これにより、橈骨動脈の順行性血流が確認できる。

参考1 周術期合併症

穿刺部合併症に関する報告は主に循環器領域から多く出されているが、そのデータの多くは6Frシースを使用した手技に基づいている。それ以上のサイズのシースやカテーテルを使用する場合には、これらのデータが必ずしも当てはまらないことに留意するとともに、合併症の頻度が上昇し、重篤化するリスクが高まる可能性を認識しておく必要がある。

橈骨動脈穿孔

橈骨動脈の穿孔は1%未満である。迷走神経反射や前腕の痛みが主な症状として現れることが多い。蛇行や解剖学的変異がある血管、細い血管は特に穿孔のリスクが高い。穿孔を防ぐためには、橈骨動脈造影を行い、ロードマップ下にワイヤーを挿入することが重要である。適切に止血を行わないと、大出血、血腫形成、コンパートメント症候群を引き起こす可能性がある[13]。

止血に関しては、手技を継続したままロングシースやカテーテルの圧迫効果を利用すれば、手技終了時には止血が得られていることが多い。また、穿孔部位の近位で血圧計や包帯を用いた圧迫も効果的である。止血に必要な時間は数分から20分以上とされているが、データは少ない[21]。

橈骨動脈血管攣縮

RASは、カテコラミンが血管中膜のαアドレナリン受容体と結合することで発生するとされている。そのため、カテコラミンの発生を抑える処置、受容体をブロックする処置、または物理的に血管を拡張させる処置が必要である。重度のRASが発生しカテーテルがトラップされた場合には、橈骨動脈を損傷させずに確実にカテーテルを抜去するために、複合的な対応が求められる。

具体的には、鎮静剤の増量、尺骨動脈の圧迫、皮下への血管拡張薬の注入、血圧計（マンシェット）の急速な膨張・収縮などが有効である。また、橈骨神経や腕神経叢のブロック、乳液型潤滑剤の動脈内注入といった方法もある[13,18]。以下に RAS発生時の段階的対処法の参考を示す[18]。（表1）

いずれにせよ、カテーテルが橈骨動脈にトラップされた場合、無理に抜去しようとすると橈骨動脈の損傷や断裂を引き起こす可能性があるため、その試みは厳禁である。

橈骨動脈閉塞

RAOは1～6%の頻度で発生すると報告されているが[4]、上述のように 8Fr GC をシースレスで使用した場合、患者選定を適切に行わないと 40%を超える RAO率が報告されている[15,16]。

RAO の患者要因としては、糖尿病、低体重、女性が挙げられる。手技要因としては、シースサイズ、止血の時間と圧力（Patent hemostasis）、手技時間、ヘパリン投与（50 U/kg または 5,000 U）が影響している。橈骨動脈径とシースの外径の比が1以上であれば、RAOの発生率は有意に減少することが示されている（4%対13%）。また、5Frシースは6Frシースに比べ、RAOのリスクを有意に減少させる（1.1%対5.9%）ため、シースサイズは小さい方がRAO予防の観点から望ましい[13]。また、Patent hemostasis法が従来の圧迫止血法（手技または圧迫止血バンド）と比較して、RAOの発生率が75%減少することが RCTにて示されており、この止血法を用いることが重要である[2]。加えて、圧迫時間の短縮は、RAOの発生率を低下させることが示されている[8]。いくつかの報告で、止血バンドと止血ガーゼを組み合わせることで TRA

表1. 橈骨動脈血管攣縮時の対処

低侵襲ー局所	中等度	侵襲的	最終手段ー抜去
血管拡張薬の投与: ・ベラパミル （5 mg IV/ シースから 5 mg IA） ・血圧が許容する範囲で反復投与 ・ニカルジピンを使用しても良い **腕の温熱療法（温罨法）** **尺骨動脈の圧迫** **静水圧拡張:** ・生理食塩水の圧入（10 mL）	**深い鎮静:** ・意識下鎮静を深める ・全身麻酔への移行の検討 **局所血管拡張:** 超音波ガイド下で 血管/カテーテル周囲の皮下に 0.1% ニトログリセリン(0.5 mL) **血流による血管拡張:** ・上腕に血圧計カフを巻き、 収縮期血圧より 300 mmHg 高く 5 分間加圧後、急速に脱気	**気管挿管** **腕神経叢ブロック:** ・全身麻酔下でも効果あり **大腿動脈経由の血管造影:** ・解剖学的異常の診断 ・潤滑剤の動脈内注入	**血管外科的処置:** ・小切開によるカットダウン ・複数箇所のカットダウン ・動脈切除 ± バイパス手術

Catapano JS, et al. J NeuroIntervent Surg 2022 より引用・改変

後の止血時間が短縮することが示されており[19]、圧迫時間が短縮されるため、TRA後の RAOがさらに減少する可能性がある。さらに、圧迫時間が短いことで、手首の締め付けによる患者の不快感も軽減される。国内で使用可能な止血ガーゼとしては、Nepcell（Alliance Medical Group）、Chitostat（Medikit）、Quick Clot（Century Medical）などが挙げられる。

RAOは通常、側副血行路によって無症状だが、RAOを再開通させる retrograde recanalization techniqueも存在する[20]。しかし、この手技も再閉塞率は高い。RAO が発生すると、将来的な血管造影や血管内治療は行えず、加えて、グラフト採取が必要な手術時に橈骨動脈が利用できなくなるため、最初から RAOを予防する努力が重要である。

穿刺部位感染

穿刺部位の感染は、特に止血デバイスを使用した場合に見られる合併症として知られているが、穿刺部位の感染は1%未満であり、予防的抗生物質の投与は、患者が免疫不全であるか、手技中に汚染が疑われる場合を除いて推奨されない。TRA後の局所膿瘍形成に対しては、切開排膿が標準治療であり、切開排膿の前にはRAの開存と側副血行を確認することが重要である[13,21]。

血腫

5cmを超える血腫の形成は 1%未満で発生し、ほとんどの場合は大きな問題にはならない。しかし、血腫はRAOやコンパートメント症候群発生のリスクにつながる。手首を挙上し、温湿布を貼付すると、血腫の消失を促進することができる。血腫の増大や神経・血管の圧迫の徴候が見られる場合は、手首の循環とコンパートメント圧を速やかに確認する。コンパートメント症候群が疑われる場合には、緊急手術による減圧が必要となる[13]。

【引用文献】

18) Catapano JS, Winkler EA, Srinivasan VM, et al. Retained radial catheters associated with variant radial anatomy in neurointerventional procedures. J Neurointerv Surg. 2023;15(9):858-863. doi:10.1136/jnis-2022-019004

19) Roberts JS, Niu J, Pastor-Cervantes JA. Comparison of Hemostasis Times with a Chitosan-Based Hemostatic Pad (Clo-SurPlus RadialTM) vs Mechanical Compression (TR Band®) Following Transradial Access: A pilot Study. Cardiovasc Revascularization Med. 2019;20(10):871-874. doi:10.1016/j.carrev.2018.11.026

20) Shi G, Li F, Zhang L, et al. Retrograde Recanalization of Occluded Radial Artery: A Single-Centre Experience and Literature Review. J Endovasc Ther. 2022;29(5):755-762. doi:10.1177/15266028211067732

21) Sandoval Y, Bell MR, Gulati R. Transradial Artery Access Complications. Circ Cardiovasc Interv. 2019;12(11). doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.007386

参考2　TRAによる脳血管内治療の実行可能性と難渋する因子

TanoueらはTRAの初期経験（動脈瘤治療、頚動脈狭窄症の治療、急性期脳梗塞に対する機械的血栓回収療法がそれぞれ約 25%）を報告し、TFAへのcrossover率は5%であったとした[22]。Snelling らも、TRAにおいてcrossover率が9%であることを報告した[23]。さらに、複数施設・大規模データを用いたAlmallouhiらの検討でも、TRAでの手技目標達成率は94.5%であり、TFAへのcrossove は 5.2%であった[24]。いずれの報告でも、重篤な合併症は認められず、TRAによる脳血管内治療は概ね安全かつ実行可能であることが示されている。

TRA不成功の要因は、手技の段階に沿って整理すると理解しやすい。Almallouhiらは、TRA不成功を4段階（Stage I–IV）に分類している[24]。本コンセンサスでは、この枠組みに沿って、頻度の高い要因を以下のように整理する（図3、4）。

これらの失敗の要因のうち、Stage Ⅰ/Ⅱに相当する穿刺や腕頭動脈までのカテーテルの誘導は、解剖学的理解と種々のモダリティを活用することで、安全かつ確実に行えることが多い。しかし、Stage Ⅲ/Ⅳに相当するカテーテルの標的部位への誘導と、手技中の十分な安定性の獲得には、依然として多くの課題が残る。また、カテーテルを誘導できたとしても、カテーテルがキンクする可能性もある。特に、手技困難因子として、左前方循環病変における 80 歳以上の高齢者や Type Ⅲ aortic arch が関連しており[22]、TRA手技に習熟するまでは、これらの患者を避けるか、シモンズ型ガイディングカテーテルの使用を検討する方が良い。

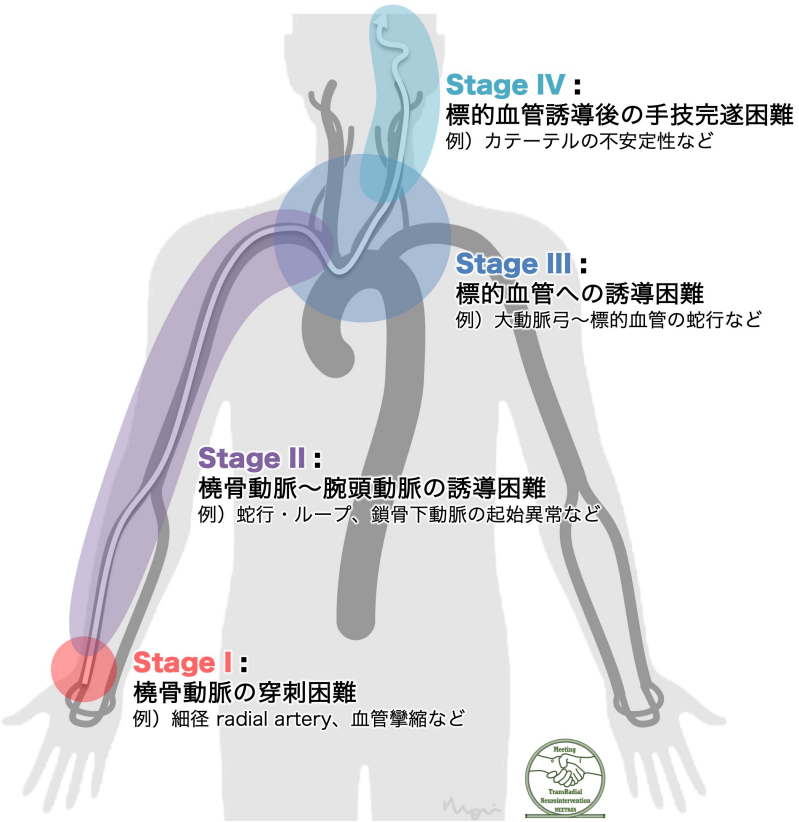


図3. TRA不成功のステージ分類

Stage I：橈骨動脈の穿刺困難（穿刺の段階でシース挿入できない）
　　原因）細径の橈骨動脈、穿刺時の逆血不良、RAS など
Stage II：橈骨動脈から腕頭動脈までのカテーテル誘導困難
　　原因）橈骨動脈の蛇行・ループ、鎖骨下動脈の蛇行・起始異常など
Stage III：標的血管への誘導困難
　　原因）大動脈弓部から標的血管の形状や蛇行など（例：Type Ⅲ aortic arch）
Stage IV：標的血管誘導後の手技完遂困難
　　原因）カテーテルの不安定性など

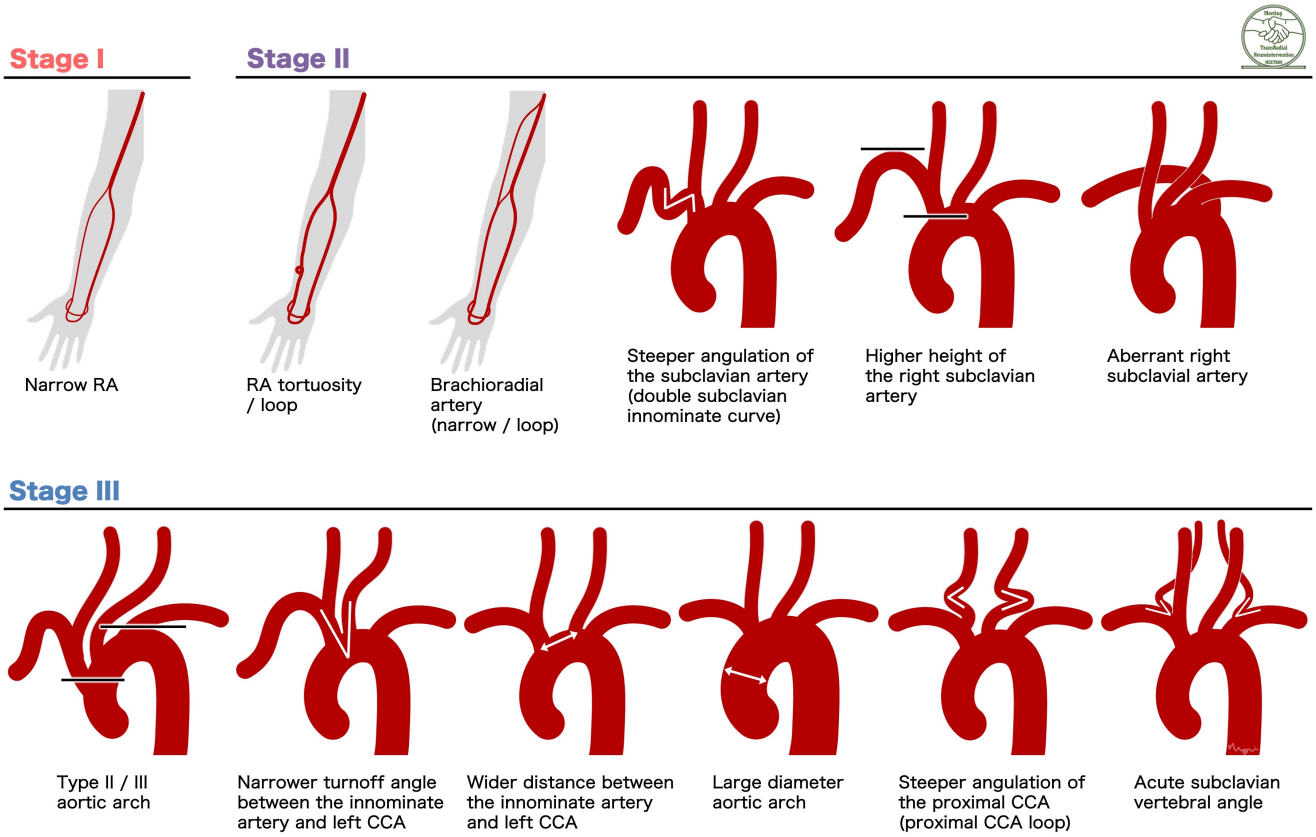


図4. TRA不成功の各ステージにおける主な原因

【引用文献】

22) Tanoue S, Ono K, Toyooka T, Nakagawa M, Wada K. Feasibility and Challenges of Transradial Approach in Neuroendovascular Therapy: A Retrospective Observational Study. J Neuroendovascular Ther. 2024;18(1):oa.2023-0048. doi:10.5797/jnet.oa.2023-0048

23) Snelling BM, Sur S, Shah SS, et al. Transradial Approach for Complex Anterior and Posterior Circulation Interventions: Technical Nuances and Feasibility of Using Current Devices. Oper Neurosurg. 2019;17(3):293-302. doi:10.1093/ons/opy352

24) Almallouhi E, Al Kasab S, Sattur MG, et al. Incorporation of transradial approach in neuroendovascular procedures: defining benchmarks for rates of complications and conversion to femoral access. J Neurointerv Surg. 2020;12(11):1122-1126. doi:10.1136/neurintsurg-2020-015893

2 各　論

各論では、橈骨動脈アプローチを用いた手技の利点と注意点について解説する。これらの情報は、各手技を実施する際の参考となる。なお、各章の終わりには参考文献を記載する。

2 - 1 遠位橈骨動脈アプローチ

利点・可能性

- **従来の橈骨動脈アプローチと比較して、橈骨動脈閉塞のリスクを低減し、止血時間を短縮する傾向がある**

注意点・課題

- **従来の橈骨動脈アプローチと比較して、穿刺回数の増加やクロスオーバー率が高い傾向がある**
- **従来の橈骨動脈より血管径はさらに小さくなるため、使用可能なカテーテルサイズには制限がある**

解説

遠位橈骨動脈アプローチ（distal TRA）は、手関節より遠位の解剖学的嗅ぎタバコ窩、またはさらに末梢の手背の橈骨動脈を穿刺するアプローチ法であり、止血時間の短さや橈骨動脈閉塞（radial artery occlusion: RAO）のリスク軽減などの理由から脳血管内治療においてもその報告は増えている[1-3]。しかし、循環器領域における 18 のランダム化比較試験をまとめたメタアナリシス[4]では、 distal TRA は従来の橈骨動脈アプローチ （conventional TRA）と比較して、RAO のリスクを低減し （RR 0.31, $p \leq 0.001$）、止血時間を短縮するものの （MD -51.18 min, $p < 0.001$）、穿刺回数 （RR 2.13, $p = 0.03$） の増加やクロスオーバー率が高い （RR 2.39, $p < 0.001$） 傾向が報告されている。したがって、distal TRA の施行はその習熟度及び予定される手技や患者の解剖学的特徴から総合的に決定されるべきである。

また、日本人のdistal RA 径は 2.0〜2.5 mm程度であるが、海外の報告より細い[5-8]。既報の多くが 6Fr 以下の手技である点も踏まえると、大径カテーテルの使用には安全性の観点から注意が必要である。

以上をまとめると、distal TRA には一定の利点はあるものの、手技時間の短縮が最優先される状況や、大径カテーテルを用いる場合などでは、conventional TRA もしくは TFA が優先される。

【引用文献】

1) Tanoue S, Ono K, Yoshiura T, Miyama M, Okawa H, Shirotani T. Distal Transradial Approach in Mechanical Thrombectomy: Technical Note. J Neuroendovascular Ther. 2021;15(6):408-414. doi:10.5797/jnet.tn.2020-0060

2) Kühn AL, de Macedo Rodrigues K, Singh J, Massari F, Puri AS. Distal radial access in the anatomical snuffbox for neurointerventions: a feasibility, safety, and proof-of-concept study. J Neurointerv Surg. January 2020:neurintsurg-2019-015604. doi:10.1136/neurintsurg-2019-015604

3) Rodriguez Caamaño I, Barranco-Pons R, Klass D, de Dios las Cuevas M, Chirife OS, Aixut S. Distal Transradial Artery Access for Neuroangiography and Neurointerventions: Pitfalls and Exploring the Boundaries. Clin Neuroradiol. 2021. doi:10.1007/s00062-021-01039-9

4) Mufarrih SH, Haider S, Qureshi NQ, et al. Distal Versus Proximal Radial Arterial Access for Percutaneous Coronary Angiography and Intervention: Updated Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Am J Cardiol. 2024;218:34-42. doi:10.1016/j.amjcard.2024.02.032

5) Babunashvili AM, Pancholy S, Zulkarnaev AB, et al. Traditional Versus Distal Radial Access for Coronary Diagnostic and Revascularization Procedures: Final Results of the TENDERA Multicenter, Randomized Controlled Study. Catheter Cardiovasc Interv. 2024;104(7):1396-1405. doi:10.1002/ccd.31271

6) Tehrani BN, Sherwood MW, Damluji AA, et al. A Randomized Comparison of Radial Artery Intimal Hyperplasia Following Distal vs. Proximal Transradial Access for Coronary Angiography: PRESERVE RADIAL Trial. medRxiv Prepr Serv Heal Sci. 2023:1-12. doi:10.1101/2023.07.05.23292274

7) Naito T, Sawaoka T, Sasaki K, et al. Evaluation of the diameter of the distal radial artery at the anatomical snuff box using ultrasound in Japanese patients. Cardiovasc Interv Ther. 2019;34(4):312-316. doi:10.1007/s12928-018-00567-5

8) Norimatsu K, Kusumoto T, Yoshimoto K, et al. Importance of measurement of the diameter of the distal radial artery in a distal radial approach from the anatomical snuffbox before coronary catheterization. Heart and Vessels. 2019;34:1615–1620. doi.org/10.1007/s00380-019-01404-2

2-2 左橈骨動脈アプローチ

利点・可能性

- **左遠位橈骨動脈アプローチでは、患者が右利きの場合、術後も利き手を使いやすい**
- **術者や患者が術中に自然な姿勢及び体位をとることができる**
- **特定の状況（右橈骨動脈が細径もしくは閉塞例、複数回にわたる手技、左椎骨動脈や異所性右鎖骨下動脈を有する場合の右前方循環への誘導など）では、左橈骨動脈アプローチを考慮しても良い**
- **右側と組み合わせた両側橈骨動脈アプローチによって、治療の選択肢を広げることができる**

注意点・課題

- **ストレート型カテーテルを用いた左橈骨動脈アプローチでは、前方循環や右椎骨動脈へのカテーテル誘導は困難なことがある**

解説

脳血管内治療領域における左橈骨動脈アプローチ（TRA）の報告は少なく、その有効性は確立していない。一方、循環器領域における左TRA のランダム化試験にて、右TRA と同等の有効性と安全性を示す報告や[1]、左 TRA の方が造影剤の使用量や照射線量を低減できると報告されている[2,3]。

左TRA は、右利きの患者において利き手の穿刺と術後の固定を避けることができる[4,5]。特に、distal TRAでは、患者の左手は自然に下腹部に置かれ、右側に位置する術者が TFA と同じ姿勢および位置で手技を行えることも利点である[4-6]。

上記に加え、左TRAは左椎骨動脈領域へのカテーテル誘導が容易であることが多く、大動脈弓部を経由しない利点がある[7]。また、異所性右鎖骨下動脈を有する右前方循環へのカテーテル誘導も可能で、病変までの到達距離を短縮できる[8]。したがって、標的血管や大動脈弓部の解剖によっては左TRAを考慮しても良い。

一方、左 TRA から前方循環へのカテーテル誘導には大動脈弓部を経由する際、左鎖骨下動脈と総頚動脈の分岐角度が急峻であればストレート型カテーテルの誘導が困難なことがあり、症例によってはシモンズ型カテーテルが有用である[6,7]。

これらの技術を組み合わせた両側 TRA が有効な場合がある。例えば、両側の椎骨動脈へ誘導が必要な場合、右 TRA と TFA ではなく、左 TRA を組み合わせることで TRA のみで手技を完遂可能である[9]。また、細径のシモンズ型ガイディングシースを用いれば、細径橈骨動脈症例でも両側 TRA によってアジャンクティブテクニックを使用できる可能性が示唆されている[10,11]。

【引用文献】

1) Kanei Y, Nakra NC, Liou M, et al. Randomized comparison of transradial coronary angiography via right or left radial artery approaches. Am J Cardiol. 2011;107(2):195-197. doi:10.1016/j.amjcard.2010.08.065

2) Shah RM, Patel D, Abbate A, Cowley MJ, Jovin IS. Comparison of transradial coronary procedures via right radial versus left radial artery approach: A meta-analysis. Catheter Cardiovasc Interv. 2016;88(7):1027-1033. doi:10.1002/ccd.26519

3) Sciahbasi A, Romagnoli E, Burzotta F, et al. Transradial approach (left vs right) and procedural times during percutaneous coronary procedures: TALENT study. Am Heart J. 2011;161(1):172-179. doi:10.1016/j.ahj.2010.10.003

4) Ito H, Uchida M, Takasuna H, et al. Left Transradial Neurointerventions Using the 6-French Simmons Guiding Sheath: Initial Experiences with the Interchange Technique. World Neurosurg. 2021;152:e344-e351. doi:10.1016/j.wneu.2021.05.110

5) Uchida M, Ito H, Takasuna H, et al. Initial Experience with Left Transradial Neurointerventions for Cerebral Aneurysms Using the 6-French Simmons Guiding Sheath. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2022;31(4):106350. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106350

6) Kinkori T, Watanabe K. Left Distal Radial Approach for Stent-assisted Coiling of Left Vertebral Artery Aneurysm. J Neuroendovascular Ther. 2019;13(6):275-279. doi:10.5797/jnet.tn.2018-0124

7) Iwata T, Mori T, Miyazaki Y, Tanno Y, Kasakura S, Aoyagi Y. Anatomical features of the vertebral artery for transbrachial direct cannulation of a guiding catheter to perform coil embolization of cerebral aneurysms in the posterior cerebral circulation. Interv Neuroradiol. 2015;21(3):381-386. doi:10.1177/1591019915582963

8) Inomata Y, Hanaoka Y, Koyama J, et al. Left Transradial Access Using a Radial-Specific Neurointerventional Guiding Sheath for Coil Embolization of Anterior Circulation Aneurysm Associated With the Aberrant Right Subclavian Artery: Technical Note and Literature Review. World Neurosurg. 2023;178:126-131. doi:10.1016/j.wneu.2023.07.107

9) Luther E, McCarthy D, Silva M, et al. Bilateral Transradial Access for Complex Posterior Circulation Interventions. World Neurosurg. 2020;139:101-105. doi:10.1016/j.wneu.2020.03.221

10) Hanaoka Y, Abe D, Koyama JI, Nakamura T, et al. A new very-small-bore Simmons guiding sheath for transradial neurointervention: Technical note and initial experience. J Neuroradiol. 2024;51(2):214-219. doi:10.1016/j.neurad.2023.08.004

11) Nakamura T, Hanaoka Y, Koyama JI, et al. Novel Small-Bore Preshaped Guiding Sheath for Transradial Anterior Circulation Interventions: A New Device and Technique. Neurosurg Pract. 2025;6(4):e000160. Published 2025 Sep 9. doi:10.1227/neuprac.0000000000000160

2 - 3 診断血管撮影

橈骨動脈アプローチの 利点・可能性

- **右橈骨動脈アプローチによるシモンズ型カテーテルを使用した診断血管撮影は、多くの症例で実行可能である**
- **大腿動脈アプローチに対して早期離床が可能で、入院期間が短く、患者満足度が高い**
- **特に高齢者や肥満患者では、大腿動脈アプローチよりも安全性が高い**

橈骨動脈アプローチの 注意点・課題

- **橈骨動脈血管攣縮によりカテーテル操作が困難となり、アクセス変更が必要となることがある**
- **左内頚動脈や左外頚動脈へのカニュレーションが困難なことがある**
- **橈骨動脈アプローチによる診断血管撮影にはラーニングカーブがあり、トレーニングと経験が必要である**

解説

Stoneらは単施設前向き研究で、TFAによって診断撮影を試みた患者154例中152例 （98.7%）、TRAによって診断撮影を試みた患者158例中153例 （96.8%）で手技成功が得られ、TFA群に対するTRA群の非劣性を示した。また、術後早期離床や患者満足度は、TRA群で有意に高かった[1]。

Xiaらは単施設後ろ向き研究で、TFAで診断を試みた患者1399例中1386例 （99.1%）、TRAで診断を試みた患者1105例中1088 例 （98.5%）で手技成功が得られ、両群間で手技成功率と術中X線透視時間に有意差はみられなかった。また、TRA群はTFA群に対して、入院期間が有意に短く、合併症も少なかった[2]。

Mortezaeiらは診断撮影に関する 24研究12,693例の患者を解析対象としたシステマティックレビューを報告した[3]。TRA群とTFA群では、総費用 （$p = 0.51$）、拡散強調像における高信号病変 （$p = 0.22$）、透視時間 （$p = 0.83$）、手技時間 （$p = 0.14$）、放射線曝露量 （$p = 0.81$）、総造影剤使用量 （$p = 0.24$） について有意差はみられなかった。手技成功率はTFA群が高かったが （$p = 0.0065$）、合併症発生率はTRA群で有意に低く （$p = 0.02$）、特に65 歳以上の高齢患者では合併症発生率は低かった（$p = 0.0031$）。

Kolbらは単施設後ろ向き研究で、BMIが35 kg/m² 以上の肥満患者では TRA群と比較して TFA群の方が出血性合併症の発生率が有意に高いことを報告した[4]。

TRAによる診断撮影では、RASによりカテーテル操作が困難となることがある。Lutherらは、上腕橈骨動脈や橈骨動脈ループの存在や細い橈骨動脈はRASと関連することを報告した5。RASはアクセス変更を必要とする頻度が有意に高かった （$p < 0.0001$）が、親水性コーティングされたロングシースを使用することよって、RAS に伴う手技不成功率を低下させることができる[5]。

TRAによる左内頚動脈へのカニュレーションは困難なことがある。Choiらは、大動脈弓がタイプIIIアーチの症例、右鎖骨下動脈の頭側への蛇行が強い症例、腕頭動脈と左総頚動脈のなす角度が急峻な症例、腕頭動脈起始部と左総頚動脈起始部の距離が長い症例は、左内頚動脈へのカニュレーションが困難なことがあると報告した[6]。

Khanらは、橈骨動脈ループ、拡張した大動脈弓（large diameter aortic arch）、腕頭動脈から右鎖骨下動脈にかけてのS字型の高度屈曲（double subclavian innominate curve）、左総頚動脈近位部ループ、右鎖骨下動脈に対する急峻な椎骨動脈近位部の走行（acute subclavian vertebral

angle）、bovine archではない症例はTRAからTFAへのアクセス変更率を高める因子と報告している[7]。（図３）

Tsoらは、TRAによる診断血管撮影はラーニングカーブがあることを報告しており、通常、25～50回のTRAによる診断血管撮影によって技術的習熟が得られるとしている[8]。

【引用文献】

1) Stone JG, Zussman BM, Tonetti DA, et al. Transradial versus transfemoral approaches for diagnostic cerebral angiography: a prospective, single-center, non-inferiority comparative effectiveness study. J Neurointerv Surg 2020; 12: 993–998. doi: 10.1136/neurintsurg-2019-015642.

2) Xia J, Xiao S, Xv G, et al. Effects and safety of the transradial artery approach for cerebral angiography: A comparative observational study. Eur J Radiol 2025; 188: 112165. doi: 10.1016/j.ejrad.2025.112165.

3) Mortezaei A, Hajikarimloo B, Eraghi MM, et al. Trans-radial vs. trans-femoral approaches in diagnostic cerebral angiography: A comprehensive systematic review and meta-analysis of practicality and cost-effectiveness. Clin Neurol Neurosurg 2024; 247: 108637. doi: 10.1016/j.clineuro.2024.108637.

4) Kolb B, Joshi K, Sim J, et al. Comparison of Radial Versus Femoral Access for Neuroendovascular Procedures in Very High Body Mass Index Individuals. World Neurosurg 2024; 184: e32–e38. doi: 10.1016/j.wneu.2023.12.007.

5) Luther E, Chen SH, McCarthy DJ, et al. Implementation of a radial long sheath protocol for radial artery spasm reduces access site conversions in neurointerventions. J Neurointerv Surg 2021; 13: 547–551. doi: 10.1136/neurintsurg-2020-016564.

6) Choi SW, Kim S, Kim H, et al. Anatomical predictors of difficult left internal carotid artery navigation in transradial access for neurointervention. J Neurosurg 2022; 139: 157–164. doi: 10.3171/2022.9.JNS221642.

7) Khan NR, Peterson J, Dornbos III D, et al. Predicting the degree of difficulty of the trans-radial approach in cerebral angiography. J Neurointerv Surg 2021; 13: 552–558. doi: 10.1136/neurintsurg-2020-016448.

8) Tso MK, Rajah GB, Dossani RH, et al. Learning curves for transradial access versus transfemoral access in diagnostic cerebral angiography: a case series. J Neurointerv Surg 2022; 14: 174–178. doi: 10.1136/neurintsurg-2021-017460.

2 - 4 脳動脈瘤治療

橈骨動脈アプローチの 利点・可能性

- **橈骨動脈アプローチによる脳動脈瘤治療は、コイル塞栓術やWEB留置術、Flow Diverter Stent 留置術いずれにおいても、全体的に成功率は高い**
- **穿刺部合併症を中心に、手技関連合併症は少ない**

橈骨動脈アプローチの 注意点・課題

- **橈骨動脈アプローチから大腿動脈アプローチへの切り替えが必要となる症例の存在に注意すべきである**

解説

Almallouhi Eらは、多施設研究により、TRAで試みた脳動脈瘤治療の成功率が、シンプルテクニック 92.8%（90/97 例）、バルーンアシストテクニック84.2%（16/19例）、ステントアシストテクニック 94.7% （54/57例）、Flow Diverter Stent 留置術 93.3% （83/89例）、WEB 留置術 100% （22/22例） といずれも高いことを報告している[1]。

Fuga Mらは、未破裂脳動脈瘤コイル塞栓術において、37例のTRA群と126例のTFA群を比較検討し、塞栓率と透視時間は同等で、穿刺部合併症率はTRA群で有意に低いことを報告した。ただし、8例（18%）でTRAからTFAへの変更が必要であったとし、 innominate artery とlt. CCAとの角度が急峻な症例では注意が必要としている[2]。

Li Yらは多施設研究により、Flow Diverter Stent 留置術において 134例の TRA群と2151例のTFA群を比較検討し、穿刺部合併症は TRA 群で0%と有意に低く（TRA群 0% vs TFA 群 2.48%, p = 0.039）、また出血性合併症、脳卒中を含んだ全体の合併症についてもTRA群で有意に低かったとしている（TRA 群 3.73% vs TFA 群 9.02%, p = 0.035）。ただし、12 例（8.63%） でTRAからTFAへの変更が必要だった[3]。

WEB留置術について Adeeb Nらは、20例のTRA群と14例のTFA群を比較検討し、手技時間、透視時間、塞栓率、合併症などについて両群間で有意差はなかったと報告している。また、TRA群では全例で留置成功しており、TFAへの変更症例はなかった[4]。

【引用文献】

1) Almallouhi E, Al Kasab S, Sattur M G, et al. Incorporation of transradial approach in neuroendovascular procedures: defining benchmarks for rates of complications and conversion to femoral access. J Neurointerv Surg 2020; 12: 1122–1126. doi:10.1136/neurintsurg-2020-015893.

2) Fuga M, Tanaka T, Tachi R, et al. Therapeutic efficacy and complications of radial versus femoral access in endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms. Neuroradiol J 2023; 36: 442–452. doi:10.1177/19714009221147230.

3) Li Y, Chen S H, Spiotta A M, et al. Lower complication rates associated with transradial versus transfemoral flow diverting stent placement. J Neurointerv Surg 2021; 13: 91–95. doi:10.1136/neurintsurg-2020-015992.

4) Adeeb N, Dibas M, Amireh A, et al. Comparison of transradial and transfemoral access for the Woven EndoBridge embolization of intracranial aneurysms: A single-center experience. Interv Neuroradiol 2022; 28: 531–537. doi:10.1177/15910199211043736.

2-5 頚動脈ステント留置術

橈骨動脈アプローチの 利点・可能性

- **大腿動脈アプローチと比較した RCT で有効性と安全性及び主要イベント（心脳血管イベント、Stroke/TIA、穿刺部合併症）に差はないとする報告がある**

橈骨動脈アプローチの 注意点・課題

- **TRA群でクロスオーバー率が高いとされている**
- **手技成功率を高めるためには、手技の習熟や症例選択が重要である**

解説

Ruzsaらは、頚動脈ステント留置術 （CAS） 260 例を TRA 群 （n = 130） と TFA 群 （n = 130） に割付け比較し、主要複合エンドポイント （心脳血管イベントおよびアクセス部合併症） に有意差はなく、有効性と安全性は同等であったと報告した。ただし TRA 群でクロスオーバー率が高かった[1]。

Qiu らは、CAS および椎骨動脈ステント 184 例を対象に TRA 群 （n = 46）、TFA 群（n = 92）、Transbrachial approach 群 （n = 46） を比較し （傾向スコアマッチング）、手技成功率および主要アクセス部合併症率に有意差はなかったとしている[2]。

2023～2024 年に 4 編のメタ解析が報告されている。Perng らは Stroke/TIA/主要心血管イベント、アクセス部合併症率、クロスオーバー率のいずれにも有意差なく[3]、Rodriguez - Calienes らは主要イベントやアクセス部合併症に差はなく、CAS における TRA は有用な選択肢と結論づけている[4]。一方、Batista らは手技成功率や時間、合併症に差はないが、TRA 群でクロスオーバー率が高く（OR 10.37, 95%CI 5.18–20.77）[5]、Du らも TRA 群で成功率が低く （OR 0.02, 95%CI 0.00–0.23）、クロスオーバー率が高い （OR 40.16, 95%CI 4.41–365.73） と報告している[6]。

これらの結果は、TRA の有効性とともに克服すべき課題を示しており、特にクロスオーバー率低減のための TRA 特化型デバイス開発の必要性が国際的にも高まっている[7]。本邦では TRA に適したシモンズ型ガイディングシース （Axcelguide MSK/ STIFF-J, Medikit, Tokyo, Japan） が開発されており、CAS における良好な手技成功率が報告されている[8,9]。

【引用文献】

1) Ruzsa Z, Nemes B, Pinter L, et al. A randomised comparison of transradial and transfemoral approach for carotid artery stenting: RADCAR study. EuroIntervention 2014;10:381–391. DOI: 10.4244/EIJV10I3A64.

2) Qiu K, Liu X, Jia Z, et al. Comparing Transbrachial and Transradial as Alternatives to Transfemoral Access for Large-Bore Neuro Stenting: Insights From a Propensity-Matched Study. Acad Radiol 2025;32:326–333. Epub ahead of print 2024-07-10. DOI: 10.1016/j.acra.2024.06.042.

3) Perng PS, Chang Y, Wang HK, et al. Systematic Review and Meta-analysis of Radial or Femoral Access for Carotid Stenting. Clin Neuroradiol 2024;34:3–12. DOI: 10.1007/s00062-023-01315-w.

4) Rodriguez-Calienes A, Chavez-Ecos FA, Lee J, et al. Transradial Access Versus Transfemoral Approach for Carotid Artery Stenting: A Systematic Review and Meta-Analysis. Stroke Vasc Interv Neurol 2024;4:e001156. Epub ahead of print 2023-12-27. DOI: 10.1161/SVIN.123.001156.

5) Batista S, de Barros Oliveira L, Borges J, et al. Transradial versus transfemoral access in carotid artery stenting: A meta-analysis. Interv Neuroradiol 2023. Epub ahead of print 2023-08-18. DOI: 10.1177/15910199231194665.

6) Du M, Hu Y, Zhu D, et al. Systematic Review and Meta-Analysis of Transradial Access for Carotid Artery Stenting. Angiology 2024;75:517–526. DOI: 10.1177/00033197231183231.

7) Joshi KC, Beer-Furlan A, Crowley RW, et al. Transradial approach for neurointerventions: a systematic review of the literature. J Neurointerv Surg 2020;12:886–892. Epub ahead of print 2020-03-09. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-015764.

8) Iwata T. Initial Experience of a Novel Sheath Guide Specifically Designed for Transradial Approach for Carotid Artery Stenting. World Neurosurg 2019;130:e760–e764. Epub ahead of print 2019-07-05. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.06.215.

9) Hanaoka Y, Koyama JI, Yamazaki D, et al. Transradial Approach as the Primary Vascular Access with a 6-Fr Simmons Guiding Sheath for Anterior Circulation Interventions: A Single-Center Case Series of 130 Consecutive Patients. World Neurosurg 2020;138:e597–e606. Epub ahead of print 2020-03-09. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.03.003.

2-6 機械的血栓回収療法

橈骨動脈アプローチの 利点・可能性

- **橈骨動脈アプローチによる機械的血栓回収療法は、重篤な穿刺部合併症が少なく、術後早期の離床やリハビリテーション開始に寄与し得る**
- **特定の標的血管や解剖学的条件下では大腿動脈アプローチよりアクセスが容易な場合もあり、橈骨動脈アプローチに習熟した術者が適切な術前評価の下で行う場合は有利となる可能性がある**

橈骨動脈アプローチの 注意点・課題

- **大腿動脈アプローチと同等の再開通率が報告されているが、一部では転帰良好の減少、再開通までの時間延長、クロスオーバー率の増加等も報告されており、現時点では適応は慎重に検討すべきである**
- **橈骨動脈径による制約を受けるため、大口径デバイスを要する症例では不利となる可能性がある**

解説

機械的血栓回収療法（Mechanical Thrombectomy: MT）では、大口径デバイスを用いることが多く、抗血栓薬使用や術後管理の観点から穿刺部合併症が問題となる。TRAはこれらの課題を軽減し得る一方、デバイス径の制限や時間的制約など不利な要素もあり、その適応については慎重に検討すべきである。

現時点では RCT は SFERA 試験[1]（2024）のみであり、他は観察研究が中心である。今後はより大規模な前向き研究により、適応基準・手技標準化・安全性と有効性の確立が求められる。また、術者の経験レベルに応じた段階的導入や、適切な症例選択基準とワークフローの確立、デバイスの最適化も重要な検討課題である。

治療成績（再開通・転帰）：近年の複数のメタ解析では、再開通成功率、TICI 3、first pass 成功、手技時間、症候性頭蓋内出血、死亡率、90 日 mRS 0–2 など、主要アウトカムはいずれも TRA と TFA で有意差を認めていない[2-4]。SFERA 試験でも TRA の非劣性が示されている[1]。一方で Almansi らは、良好な転帰が TFA 優位となる可能性を示しており[2]、一定のコンセンサスは得られていない。

穿刺部合併症：観察研究およびメタ解析では、穿刺部合併症はTRAで少ないとする報告が多い[4,5]。特に早期の術後離床が望まれ、また抗血栓薬を用いることが多い MT において、出血性合併症が少ない点は TRA の利点となり得る。一方、全体として有意差を認めず、軽度合併症（無症候性橈骨動脈閉塞など）は TRA で多い傾向との報告もある[2]。

時間：手技時間は同等とする報告[2-4]と、TRA の方が延長とする報告[1]がある。SFERA 試験では穿刺～再開通の時間が TRA で延長する傾向（50 min vs 32 min, p = 0.072）を示し、入室～再開通の時間は有意に延長していた（60 min vs 43 min, p = 0.020）[1]。この結果は、手技時間のみならず入室後の準備や術前評価による時間延長の可能性も示唆する。この点は、時間依存性の高い急性期治療では特に重要な検討要素である。

クロスオーバー：クロスオーバー率は TRA で高くなる可能性があり[1]、手技時間延長の観点から注意すべき要因である。クロスオーバーの主な要因としては、橈骨動脈径、攣縮、血管解剖、ガイディングカテーテルの不安定性、大径カテーテルの操作困難が挙げられる[7]。MT において術前の動脈径や血管解剖の評価が不十分になりやすい点も不利に働く要素と考えられる。

デバイス径：大口径デバイス使用を要する症例では橈骨動脈径とのミスマッチが生じやすく、TRAの断念やデバイス制限を強いられる可能性がある。一方、低プロファイルシステムを用いた TRA で MT を行い良好な結果を得ている報告もあり[6]、medium vessel occlusion など必ずしも大口径デバイスを要しない病変においては、システムの最適化によりTRAの適応が拡大する可能性がある。

血管解剖と術前評価：特定の血管解剖においては、TRA が誘導性や安定性の面で有利となり得る。Bovine型大動脈弓を有する左前方循環閉塞で TRA の再開通が早かったとする報告[9]、Type II/III大動脈弓や頚動脈蛇行例で TRA ルートが有利となる可能性を示唆した報告8、後方循環閉塞で椎骨動脈への直接アクセスにより高い成功率と良好な成績を得た報告[10, 11]などがある。一方、橈骨動脈径に関しては、SFERA 試験では 2.5 mm 未満の患者は除外されており[1]、細径の橈骨動脈に対する検討は不足している。これらの血管解剖学的条件を限られた時間内に評価する必要があり、適切なワークフローの確立も求められる。

手技の習熟：報告の多くは high volume center で TRA 経験のある術者が実施しており[1-4]、習熟した施設と術者により治療効果と安全性が担保されている可能性がある。TRA の技術的習熟にはラーニングカーブが存在すると言われており[12]、特に時間的制約の大きい MT においては術者・施設の習熟は重要な要素と考えられる。

以上より、TRA は TFA の代替となり得るが、現時点では TFA が標準的な選択と考えられる。ただし、特定の条件下では TRA が有利となる可能性があり考慮される。想定される条件を下記に示す。

・TFA 困難例[8,9]
・高度肥満
・大腿動脈～大動脈病変
・Type II/III大動脈弓を有する複雑血管解剖症例
・Bovine 型大動脈弓の左側の前方循環病変
・橈骨動脈径 ≥ 2.5 mm [4]
・後方循環の large vessel occlusion[10, 11]
・低プロファイルシステムで治療可能な病変[6]
・TRA に十分習熟した術者[1]

【引用文献】

1) Hernandez D, Requena M, Olivé-Gadea M, et al. Radial versus femoral access for mechanical thrombectomy in patients with stroke: a noninferiority randomized clinical trial. Stroke. 2024;55(4):840–848. Epub 2024 Feb 1. doi:10.1161/STROKEAHA.124.046360.

2) Almansi A, Alqato S, Yassin M N A, et al. Transradial versus transfemoral artery access in mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: An updated systematic review and meta-analysis. Clin Neurol Neurosurg. 2024;246:108585. Epub 2024 Oct 3. doi:10.1016/j.clineuro.2024.108585.

3) Elfil M, Ghaith H S, Doheim M F, et al. Transradial versus transfemoral access for mechanical thrombectomy: a systematic review and meta-analysis. Stroke Vasc Interv Neurol. 2023;3:e000758. doi:10.1161/SVIN.122.000758.

4) Rehman M A U, Rehman M E U, Rehman A U, et al. Efficacy and safety of transradial versus transfemoral access for mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: A systematic review and meta-analysis. Interv Neuroradiol. 2025;[Epub ahead of print]. doi:10.1177/15910199251342049.

5) Phillips T J, Crockett M T, Selkirk G D, et al. Transradial versus transfemoral access for anterior circulation mechanical thrombectomy: analysis of 375 consecutive cases. Stroke Vasc Neurol. 2021;6:207–213. doi:10.1136/svn-2020-000624.

6) Sowlat M M, Hubbard Z S, Chacon A, et al. Initial experience of utilizing a lower-profile transradial approach for mechanical thrombectomy: Comparable efficacy to larger-bore transfemoral approaches. Interv Neuroradiol. 2025;[Epub ahead of print]. doi:10.1177/15910199251345031.

7) Khanna O, Velagapudi L, Das S, et al. A comparison of radial versus femoral artery access for acute stroke interventions. J Neurosurg. 2021;135:727–732. doi: 10.3171/2020.7.JNS201174.

8) Chen S H, Snelling B M, Sur S, et al. Transradial versus transfemoral access for anterior circulation mechanical thrombectomy: comparison of technical and clinical outcomes. J Neurointerv Surg. 2019;11:874–878. doi: 10.1136/neurintsurg-2018-014485.

9) Maud A, Moreno J H, Sheriff F G, et al. Transradial access results in faster recanalization in left anterior circulation stroke with bovine arch anatomy. Stroke Vasc Interv Neurol. 2022;2:e000243. doi:10.1161/SVIN.121.000243.

10) Crockett M T, Selkirk G D, Chiu A H Y, et al. First line transradial access for posterior circulation stroke intervention; initial 12-month experience at a high volume thrombectomy center. J Clin Neurosci. 2020;78:194–197. Epub 2020 Apr 23. doi:10.1016/j.jocn.2020.04.069.

11) Mizokami T, Uwatoko T, Furukawa T, et al. Transradial approach for mechanical thrombectomy of posterior circulation large vessel occlusion. J Neuroendovasc Ther. 2018;12:314–319. doi:10.5797/jnet.tn.2017-0096.

12) Tso M K, Rajah G B, Dossani R H, et al. Learning curves for transradial access versus transfemoral access in diagnostic cerebral angiography: a case series. J Neurointerv Surg. 2022;14:174–178. doi:10.1136/neurintsurg-2021-017460.

2 - 7 外頚動脈系塞栓術（慢性硬膜下血腫に対する中硬膜動脈塞栓術を中心に）

橈骨動脈アプローチの 利点・可能性

- **慢性硬膜下血腫に対する中硬膜動脈塞栓術において、有効性・安全性は大腿動脈アプローチと同等とする報告がある**
- **一側病変では橈骨動脈アプローチの方が手技時間短縮や穿刺部合併症が減少するという報告もある**
- **高齢者例では、橈骨動脈アプローチの方がせん妄発生率が低い傾向が示されており、術後管理に有利となる可能性がある**

橈骨動脈アプローチの 注意点・課題

- **一部研究では手技時間延長が報告されており、特に複雑な血管走行や複数血管治療時には留意が必要である**
- **事前の大動脈評価で橈骨動脈アプローチか大腿動脈アプローチを決定することにより、カテーテル誘導困難例を減らせる可能性がある**
- **外頚動脈系を栄養動脈とする脳腫瘍や硬膜動静脈瘻に対する塞栓術に対する TRA と TFA を比較した研究は現時点ではない**

解説

外頚動脈系の塞栓術には脳腫瘍や硬膜動静脈瘻、慢性硬膜下血腫に対する中硬膜動脈塞栓術などが挙げられる。このうち、近年、慢性硬膜下血腫に対する中硬膜動脈塞栓術の効果が示されており、未だ RCTは存在しないが、TFAとの比較によるTRAの有用性が報告されている。また、その他の疾患に対しては、TRA と TFA を比較した研究は現時点ではない。

Shortarらは、MMAEを企図した95例でCTAでの大動脈分枝評価による穿刺部位（TRAまたはTFA）の決定を行い、TFAを第一選択としていた時期48例と比較して、カテーテル誘導困難による治療回避症例が減少したことを報告している[1]。TFA第一選択群48例中 5例（10%）で誘導不可能に対して、CTA評価群では1例（1%、p = 0.009） であった。

Hungらは、単施設後方視的研究でMMAEでのTRA群37例とTFA群25例で手技時間と治療成績につき検討を行い、一側病変においてTRAは手技時間が短く（p = 0.01）、穿刺部合併症はTRA群0例に対してTFA群 3 例 （p = 0.06）であったことを報告している[2]。

Yamamotoらは、単施設25 例、平均年齢82歳の解析で、TRA群 12例（48%）は手技時間が短く（TRA群151 min vs TFA群174 min、p = 0.098）、せん妄発生率が低い傾向（TRA群16.7% vs TFA群46.2%、p = 0.250） を報告した[3]。

Salemらは、多施設、総治療数 1,070 例 （TRA: 46%） 中、TRA、TFA 各 150 例の傾向スコア分析を行い、TRAで手技時間が長かったが（TRA群68.5 min vs TFA群59 min [IQR 42–84]、p = 0.038）、rescue surgery、手技成功率、合併症率、機能予後に有意差はないことを報告した[4]。105例ずつのMMAE単独治療における傾向スコア解析においても、治療成績（rescue surgery、手技成功率）に有意差は認めなかった。

Elfilらはsystematic reviewによるmeta-analysisを行い、CSDH再発率、在院日数、手技時間、穿

刺部合併症、合併症総数に有意差はなく、TRAは安全性、有効性ともにTFAと同等であることを報告した[5]。

【引用文献】

1) Shotar E, Pouliquen G, Premat K, et al. CTA-Based Patient-Tailored Femoral or Radial Frontline Access Reduces the Rate of Catheterization Failure in Chronic Subdural Hematoma Embolization. AJNR Am J Neuroradiol 2021; 42: 495–500. doi:10.3174/ajnr.A6951.

2) Hung A, Ran K, Das O, et al. Transradial approach for middle meningeal artery embolization is a safe alternative to transfemoral approach in patients with chronic subdural hematoma: A single-center retrospective comparative study. Clin Neurol Neurosurg 2024; 246: 108525. doi:10.1016/j.clineuro.2024.108525.

3) Yamamoto M, Fujiwara G, Takezawa H, et al. Transradial versus transfemoral access for middle meningeal artery embolization: Choice of the access route considering delirium in the elderly. Surg Neurol Int 2024; 15: 276. doi:10.25259/SNI_168_2024.

4) Salem MM, Sioutas GS, Gajjar A, et al. Femoral versus radial access for middle meningeal artery embolization for chronic subdural hematomas: multicenter propensity score matched study. J Neurointerv Surg 2025; 17: 890–897. doi:10.1136/jnis-2024-021880.

5) Elfil M, Ghaith HS, Elmashad A, et al. Transradial versus transfemoral access in middle meningeal artery embolization for chronic subdural hematoma: A systematic review and meta-analysis. J Clin Neurosci 2025; 134: 111094. doi:10.1016/j.jocn.2025.111094.

執筆担当者一覧

監修	小山　淳一
総論・監修	田之上　俊介
各論	
遠位橈骨動脈アプローチ	田之上　俊介
左橈骨動脈アプローチ	伊藤　英道
診断血管撮影	花岡　吉亀
脳動脈瘤治療	田村　貴光
頚動脈ステント留置術	岩田　智則
機械的血栓回収療法	森　健太郎
外頚動脈系塞栓術	綾部　純一

利益相反一覧

対象期間 過去 3 年間（2022-2025年）

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
綾部 純一	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
伊藤 英道	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
岩田 智則	/	/	/	C	/	/	/	/	/	/	/	/
小山 淳一	/	/	A	/	/	/	/	/	/	/	/	/
田之上 俊介	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
田村 貴光	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
花岡 吉亀	/	/	/	B	/	/	/	/	/	/	/	/
森 健太郎	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

申告者：
①企業や営利を目的とした団体の役員，顧問職
申告基準：単一の企業・団体からの年間報酬額
A:100 万円以上、B:500 万円以上、C:1000 万円以上
②株の保有
申告基準：単一の企業についての1 年間の株による利益（配当，売却益の総和）
A:100 万円以上、B:500 万円以上、C:1000 万円以上、D:当該全株式の5%以上を所有
③企業や営利を目的とした団体からの特許権使用料
申告基準：１件あたりの年間の特許権使用料
A:100 万円以上、B:500 万円以上、C:1000 万円以上
④企業や営利を目的とした団体から，会議の出席（発表、助言など）に対し，研究者を拘束した時間・労力に対して支払われた日当（講演料など）
申告基準：単一の企業・団体からの年間の日当（講演料など）
A:50 万円以上、B:100 万円以上、C:200 万円以上
⑤企業や営利を目的とした団体が原稿やパンフレット執筆に対して支払った原稿料
申告基準：単一の企業・団体からの年間の原稿料
A:50 万円以上、B:100 万円以上、C:200 万円以上
⑥企業や営利を目的とした団体が契約に基づいて提供する研究費
申告基準：単一の企業・団体から，医学系研究（①共同研究、①受託研究、③治験、④その他）に対して、申告者が実質的に使途を決定し得る研究契約金で実施に割り当てられた総額
A:100 万円以上、B:500 万円以上、C:1000 万円以上
⑦企業や営利を目的とした団体が提供する奨学寄付金（奨励寄付金）
申告基準：単一の企業・団体から，申告者個人または申告者が所属する講座・分野または研究室に対して、申告者が実質的に使途を決定し得る奨学寄付金（奨励寄付金）で実際に割り当てられた総額
A:100 万円以上、B:500 万円以上、C:1000 万円以上
⑧企業や営利を目的とした団体からの寄付による大学の寄付講座の代表者である場合
申告基準：実質的に使途を決定し得る寄付金で実際に割り当てられた総額が一企業当たり年35間 100 万円以上
A:あり、B:なし
⑨その他の報酬（研究とは直接関係しない旅行、贈答品など）
申告基準：単一の企業・団体からの年間の報酬額
A:5万円以上、B:20 万円以上、C:50 万円以上

申告者の配偶者・一親等以内の親族，あるいは収入・財産を共有する者：
⑩企業や営利を目的とした団体の役員，顧問職
申告基準：単一の企業・団体からの年間の報酬額
A:100 万円以上、B:500 万円以上、C:1000 万円以上
⑪株の保有
申告基準：単一の企業についての1 年間の株による利益（配当，売却益の総和）
A:100 万円以上、B:500 万円以上、C:1000 万円以上、D:当該全株式の5%以上を所有
⑫企業や営利を目的とした団体からの特許権使用料
申告基準：１件あたりの年間の特許権使用料
A:100 万円以上、B:500 万円以上、C:1000 万円以上