

1) **論文種別:**

原著

2) **論文タイトル:**

3) **血栓回収療法時のアクセスルート選択における胸頸部 CTA の有用性**

4) **著者名:**

清水 利光¹、森 貴久²、吉岡 博和²、丹野 雄平²

5) **著者の所属施設・部署:**

1:湘南鎌倉総合病院 放射線科

2:湘南鎌倉総合病院 脳卒中診療科

6) **連絡著者:**

清水 利光

湘南鎌倉総合病院 放射線科

〒247-8533

神奈川県鎌倉市岡本1370-1

0467(46)1717 (9890)

toshimitsu.shimizu@tokushukai.jp

7) **キーワード:**

CTA, Mechanical Thrombectomy, Access route

8) **宣言:**

「本論文を, 日本脳神経血管内治療学会 機関誌 JNET Journal of Neuroendovascular Therapy に投稿するにあたり, 筆頭著者, 共著者によって、国内外の他雑誌に掲載ないし投稿されていないことを誓約致します。」

血栓回収療法時のアクセスルート選択における胸頸部 CTA の有用性

和文要旨

目的

胸頸部 CTA 所見に基づき血栓回収治療 (MT) 時アクセスルートを決めたことでガイドカテーテルを目的・頸動脈に挿入できていたか調査した。

対象と方法

2018 年 1 月から 12 月に胸頸部 CTA 撮影後に MT を行った前方循環脳梗塞患者を対象とした。方法は、アクセスルートを大腿動脈 (F 群) と上腕動脈 (B 群) に分け、閉塞部位、大動脈弓型、動脈分岐角度 (大動脈弓と左総頸動脈あるいは腕頭動脈が為す角)、挿入成功率、穿刺から初回造影までの時間 (初造影時間) と再開通までの時間 (再開通時間) を評価した。

結果

対象は 32 例で F 群 26 例、B 群 6 例。2 群間で大動脈弓型分布に違い無かったが、B 群は大動脈弓と左総頸動脈の分岐角度 25° 未満で左前方循環治療の 2 例と総頸動脈近位側閉塞の 2 例と中大脳動脈閉塞の 2 例だった。F 群と B 群の挿入成功率は 100%、初造影時間中央値は 9 と 9.6 分、再開通時間中央値は 54 と 72 分と有意な差はなかった。

結論

胸頸部 CTA 所見をアクセスルート決定の一助として使うことで、ガイドカテーテルを短時間で目的・頸動脈に挿入できた。

本文

緒言

前方循環大血管閉塞に対する血栓回収治療 (MT) は脳梗塞治療において確立し¹⁻²⁾、症状と虚血コアとペナンプラを評価することで治療適応時間も発症 24 時間まで延長した。³⁻⁴⁾再開通までの時間が短いほど臨床転帰を改善できる。⁵⁾しかし閉塞性動脈硬化症、大動脈瘤や大動脈の蛇行、大動脈弓、腕頭動脈と左総頸動脈の解剖学的形状からガイドカテーテルを目的頸動脈挿入に時間を要すると臨床転帰は悪化する。⁶⁾一般的に大腿動脈アクセスで血栓回収療法が行われることが多いが、閉塞性動脈硬化症、大動脈瘤や大動脈の蛇行、大動脈弓、腕頭動脈と左総頸動脈の解剖学的形状から、大動脈経由では目的頸動脈に到達困難な症例は少なくない。大腿動脈アクセスで目的頸動脈へのガイドカテーテル挿入に時間を要すると臨床転帰が悪化するとの報告もあり、大腿動脈アクセスで目的頸動脈に到達困難であると判断したならば一般的ではないが頸動脈穿刺を選択した方が良いという報告もある⁷⁾。我々は脳梗塞診断に頭部単純 CT に続き頭部 4cm 厚 4 次元 (4D) -CTA・Perfusion CT を行い脳梗塞診断と血行動態を評価し⁸⁾、胸頸部造影 CT 所見で大腿動脈穿刺か上腕動脈穿刺かを術者が決定している。今回は、胸頸部 CTA 画像所見に焦点をおき実際に目的頸動脈にガイドカ

テーテルを挿入し治療するにあたって術者が CTA 所見をどのように判断したかを後方視的に調査し、CTA が有用であったか評価した。

対象と方法

対象：2018 年 1 月から 12 月の間で発症 24 時間以内に単純頭部 CT に引き続き 4cm 厚 4 次元 (4D) -CTA・Perfusion CT と胸頸部 CTA を撮影した MT を行った急性期脳主幹動脈閉塞症は 39 例で、後方循環閉塞 4 例と MRI を先に撮影した 3 例を除外した前方循環脳梗塞症例 32 例を解析対象とした。胸頸部 C T A は 80 列検出器 CT 装置 (キャノン、栃木) を用いイオパミドール 370 を 38ml 用いて 3.8ml/s で静脈注射を開始し、上行大動脈から頭蓋内までヘリカルスキャン撮影を行った。総頸動脈分岐部付近で HU 値モニタリングを行い 100HU で撮影を開始した。撮影は、造影剤使用量が少ないため尾頭方向に切り上げ撮影とした。撮影枚数は平均 370 枚、撮影プロトコル上の撮影時間は約 5 秒、Computed Tomography Dose Index (CTDIvol) と Dose Length Produce (DLP) の平均は、それぞれ 6.8mGy と 296mGy・cm だった。

アクセスルートは、基本は大腿動脈アクセスだが、閉塞性動脈硬化症で両大腿動脈あるいは腸骨動脈が閉塞しているとき、及び大動脈瘤の既往があるときは上腕を優先した。さらに胸頸部 CTA 所見に基づき、術者が大腿動脈 (F 群) か上腕動脈 (B 群) かを決定した。F 群と B 群それぞれで、大動脈弓型分類 (Type I、II、III)、閉塞部位 (総頸動脈、内頸動脈あるいは中大脳動脈)、右内頸動脈系か左内頸動脈系かを調べた。そして、ガイドカテーテルの頸動脈誘導成功率、来院から CT 撮影までの時間、来院から穿刺までの時間、穿刺から初回造影までの時間 (初造影時間)・穿刺から再開通までの時間 (再開通時間) を比較

し、左総頸動脈と腕頭動脈が大動脈弓上縁と為す分岐角度を計測した。

大動脈弓との分岐角度の測定方法

・大動脈弓と左総頸動脈の分岐角度：CTAの3D-MIP画像を用いてLAO(left anterior oblique)に約35度回転させ左総頸動脈起始部を大動脈弓から分離し、左総頸動脈入口部と左鎖骨下動脈入口部の互いに近い側2点を線で結ぶ。その左総頸動脈入口部点から左総頸動脈遠位方向に線を引く。この2本の線が為す角度を分岐角度とする(Fig. 1 and 2)。

・大動脈弓と腕頭動脈の分岐角度：CTAの3D-MIP画像を用いてLAO(left anterior oblique)に約35度回転させ腕頭動脈起始部を大動脈弓から分離し、左鎖骨下動脈入口部と腕頭動脈入口部の互いに近い側2点を線で結ぶ。その腕頭動脈入口部点から腕頭動脈遠位方向に線を引く。この2本の線が為す角度を分岐角度とする。

統計

カテゴリー変数に対してはフィッシャーの正確確率検定を行なった。正規分布しない連続変数は中央値(四分位範囲)で記載した。対応の無い2群のノンパラエトリック検定はマン・ホイットニー検定を行なった。統計解析はJMP ver15.1を用いて行なった。

倫理的配慮：

本研究はヘルシンキ宣言に基づき実施され、徳洲会共同倫理委員会の承認を得ている(TGE01403-024)。

結果

解析対象は 32 例、年齢中央値 79.5 (70.5-83) 歳で男 17 人 (53%)、F 群 26 例、B 群 6 例だった。

F 群と B 群とで年齢は 78.5 (66.8-83) 歳と 82 (76.5-88.5) 歳 (ns) とどちらも高齢で、左頸動脈系閉塞が 17 例 (65.4%) と 4 例 (66.7%) (ns) とどちらも左頸動脈系閉塞が多かった。F 群の閉塞部位は内頸動脈 12 例、中大脳動脈 14 例、B 群では総頸動脈近位部閉塞 2 例と中大脳動脈閉塞 4 例と、閉塞部位に違いがあった。大動脈弓型との関係では F 群は Type I: 1 例 (3.9%)、Type II: 16 例 (61.5%)、Type III: 9 例 (34.6%)、B 群 Type I: 1 例 (16.7%)、Type II: 3 例 (50.0%)、Type III: 2 例 (33.3%) とどちらも Type II が多く、分布に違いは無かった (Table 1)。

大動脈弓との分岐角度は、F 群では左総頸動脈 17 例が 55 (最小 35、最大 79) 度、腕頭動脈 9 例が 58 (最小 27、最大 95) 度だった。B 群では左総頸動脈 4 例中 2 例が Type III でその分岐角度は 25 度未満と鋭角だった (Fig. 1) が他の 2 例は 50 度台だった。50 度台の 1 例は左総頸動脈近位側閉塞だった (Fig. 2)。腕頭動脈系 2 例の分岐角度は 50 度以上あったが、うち 1 例は右総頸動脈近位側閉塞だった。左右総頸動脈近位側閉塞は分岐角度に関係なく上腕アクセスが選択され、Type III の左総頸動脈分岐角度 25 度未満で上腕アクセスが選択されていた。頭蓋内 MCA 閉塞 2 例が分岐角度と関係無く上腕アクセスが選択されていたが (Table 1)、左 MCA 閉塞例は大動脈瘤術後だった。残りの右 MCA 閉塞例は分岐角度 75 度で大腿からアクセス可能だったが術者が上腕を選択した。B 群 6 例は大動脈瘤術後 1 例、Type III の左総頸動脈分岐

角度 25 度未満 2 例、総頸動脈近位側閉塞 2 例、右 MCA 閉塞 1 例だった。アクセスルート決定過程を Fig.3 にまとめる。

用いたガイドカテーテルは F 群 26 例全てバルーン付ガイドカテーテル(9Fr Optimo, Tokai Medical, Aichi)で、B 群はシモンズ型ガイドカテーテルである 6Fr MSK(Medikit, Tokyo)が5例、ブライトチップシースが1例と、バルーン付ガイドカテーテルは用いられていなかった。行なった手技は F 群も B 群も吸引カテーテルで吸引を行い、再開通が得られれば終了し、得られなかった時は吸引カテーテルの中にステントリトリバーを通して吸引しながら血栓回収を行っていた。

32 例の来院から CT 撮影までの時間と来院から穿刺までの時間は 23.4(17.4-34.2)分と 84(66-108)分で、F 群と B 群の来院から CT 撮影までの時間はそれぞれ 26.4(18-35.4)分と 21(13.2-23.4)分、来院から穿刺までの時間はそれぞれ 84(60-126)分と 72(66-84)分だった(Table 1)。頸動脈誘導成功率はともに 100%で、初造影時間は 9(4.8-10.2)分と 9.6(6-12.6)分、再開通時間は 54(36-83.4)分と 72(45.6-88.2)分で有意な差はなかった(Table 1)。

考察

胸頸部 CTA を撮影して閉塞部位と動脈分岐角度を評価し、アクセスルート決定の一助として使用したことで全例ガイドカテーテルを目的・頸動脈に挿入し治療を行うことが出来た。

前方循環の MT の有効性を証明した大規模試験では造影 MR か造影 CT が用いられていた¹⁻⁴⁾。しかしそれらの試験ではアクセスルートの決定法について言及されていない。当科で MT を行うアクセスルートは大動脈を基本とし、大動脈瘤の既往がある時、上腕動脈アクセスを優先

した。胸頸部 CTA 所見では、大動脈弓型分類や閉塞箇所と分岐角度から術者が判断し決定した (Fig.3)。

脳梗塞診断と血行動態評価に造影 CT を行う場合、胸頸部—頭部 CT 撮影を同時に行うと、造影剤 40ml 程度を MT 前に使うことになり造影剤負荷となる。それでも大動脈弓型・総頸動脈近位部閉塞・分岐角度という、有用な血管解剖情報を得ることができた。撮影プロトコル上撮影時間は 5 秒で、画像処理時間は 5 分程度なので、CT 終了し血管造影室に入室する頃には画像が出来上がる。よって、胸頸部 CTA を撮影してから初回造影までの時間が延長することは無かった。

左右総頸動脈近位側閉塞は分岐角度に関係なく上腕動脈アクセスが選択され、Type III の左総頸動脈分岐角度 25 度未満で上腕動脈アクセスが選択された。Type III でも、左総頸動脈分岐角度 25 度以上では使用デバイス選択肢の多さや術者がカテーテル操作になれている等の多くのメリットのあるため大腿動脈アクセスが選択された。大動脈弓との分岐角度は B 群で急峻である傾向があったが、現在のところアクセスルートの決定所見の 1 つでしかなく、総合的所見を考慮して術者が決定していた。

頻度は少ないが総頸動脈近位部閉塞の場合、閉塞距離が長いと大量の血栓が存在するため、末梢血栓を起こす可能性が高く血栓回収は困難が予想される。大腿動脈アクセスでガイドカテーテルを挿入すると血栓を末梢に押し込んでしまう危険性を考え、上腕動脈アクセスでシモンズ型ガイドカテーテルを引っ掛けて留置し吸引する手技が選択されていた。今後は、確実に血栓回収を達成するための方法を、アクセスルートを含め検討する必要がある。

B 群では高齢者が多い傾向にあり、それには大動脈瘤、大動脈粥腫や閉塞性動脈硬化症などの、加齢に起因する病変の存在が関与していたと考えられる。大腿動脈アクセスでは、血管径が太いことにより大径カテーテルや複数のデバイスを使用可能であること、手技的に慣れていることなどのメリットはあるが、これらの病変が存在しているとコレステロール塞栓症や後腹膜出血などの致命的な合併症を起こすリスクがある。⁹⁾その一方で上腕動脈アクセスでは、穿刺部での正中神経損傷、血管径が細いことによる血管損傷・閉塞などの合併症リスク、使用できるデバイスの制限などのデメリットはあるが、相対的に先述したリスクが少ないことがメリットである。

今回 B 群ではバルーン付ガイドカテーテルが使用されておらず、それが結果に影響した可能性も否定できないが、橈骨動脈経由の MT と大腿動脈経由の MT では、その効果は同等とする報告もある。¹⁰⁾ Contact aspiration を主体とした MT ではバルーン付ガイドカテーテルは必ずしも必要では無いと考えられるため、B 群と F 群とで機材選択の違いが結果に影響するかについては、更なる症例の蓄積が必要である。また、上腕からでも血管解剖学的な条件が整えばバルーン付ガイドカテーテルを挿入できるという報告もあり、大腿動脈経由との違いは少なくなる可能性がある¹¹⁾

胸頸部 CTA をアクセスルート決定の一助として使用したことで、大腿動脈アクセスしてからガイドカテーテルを目的動脈に誘導できずに上腕動脈穿刺や頸動脈穿刺をした症例は無かった。

Limitation

本研究は対象症例数が少ないという限界もあり、胸頸部 CTA を用いたアクセスルート選択に関与する因子の特定までには至らなかった。

しかしながら、胸頸部 CTA を行うことでアクセスルートの総合的な評価は可能となり、術中にアクセスルートの変更を要した症例は無く、F 群と B 群で有意な差は認めなかった。今後は本研究によって得られた情報から、アクセスルート決定の判断に関わる因子を抽出し、多数症例で前向きに検討することが必要である。

結語

胸頸部 CTA 所見をアクセスルート決定の一助として使うことでガイドカテーテルを短時間で挿入できた。

謝辞

We would like to thank Mr. Satoshi Sekine for his advices, Nozomi Chiba, B.A., for her secretarial assistance, and the specialized support of the radiographers and nurses at our comprehensive stroke center.

利益相反開示

全著者は本論文に関して開示すべき利益相反状態は存在しない。

文献

1) Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. N Engl J Med 2015;372:1019-1030.

- 2) Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med* 2015;372:1009–1018.
- 3) Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med*. 2018;4:11–21.
- 4) Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *N Engl J Med*. 2018;22:708–718.
- 5) Goyal M, Jadhav AP, Bonafe A, et al. Good Outcome After Successful Recanalization is Time Dependent in the Swift Prime Randomized Controlled Trial. *Stroke*. 2016;47:A2.
- 6) Knox JA, Alexander MD, McCoy DB, et al. Impact of Aortic Arch Anatomy on Technical Performance and Clinical Outcomes in Patients with Acute Ischemic Stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2020;41:268–273.
- 7) Jadhav AP, Ribo M, Grandhi R, Linares G, Aghaebrahim A, Jovin TG, *et al*. Transcervical access in acute ischemic stroke. *J Neurointerv Surg*. 2014; 6:652–657.
- 8) Mori T, Yoshioka K. A practical protocol for shortening reconstruction time of volumetric data and imaging bilateral middle cerebral arteries for thrombectomy in acute ischemic stroke using an 80-row computed tomography scanner. *Neuroradiology*. 2020;62:97–100.

- 9) Sajani N, Bogart DB. Retroperitoneal haemorrhage as a complication of percutaneous intervention: report of 2 cases and review of the literature. *Open Cardiovasc Med J.* 2013; 7:16–22.
- 10) Chen SH, Snelling BM, Sur S, Shah SS, McCarthy DJ, Luther E, *et al.* Transradial versus transfemoral access for anterior circulation mechanical thrombectomy: Comparison of technical and clinical outcomes. *J Neurointerv Surg.* 2019; 11:874–878.
- 11) Mori T, Kasakura S, Yoshioka K. Computed tomography angiographic anatomical features for successful transbrachial insertion of a balloon guide catheter for mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke. *Brain Circ* 2020; 6:169–174

Figure 1.

Left MCA occlusion treated by transbrachial access.

A: CTA revealing no visualization of one of the left MCA M2 branches (arrow). B: CTA demonstrating the Type III arch (b > 3a) and a sharp angle ($\theta:13^\circ$) between the aortic arch (c) and the left CCA (d), C: A guiding catheter (MSK guide; arrows) is introduced transbrachially into the CCA. D: An aspiration catheter (arrow) and a stent-retriever (arrowhead) are introduced into the MCA. MCA: middle cerebral artery, CCA: common carotid artery.

Figure 2.

Left CCA occlusion treated by transbrachial access.

A: CTA revealing no visualization of the left CCA occlusion (arrow) and MCA occlusion (arrowhead). B: CTA demonstrating occlusion of the left CCA (arrow), the Type I arch and a dull angle ($\theta: 58^\circ$) between the aortic arch (a) and the left CCA (b). C: A guiding catheter (MSK guide)(arrow) is introduced transbrachially into the CCA, and the CCA occlusion is demonstrated (arrowhead). D: An aspiration catheter (white arrow) is introduced into the CCA through the guiding catheter (MSK guide)(black arrow). MCA: middle cerebral artery, CCA: common carotid artery.

Figure 3.

Flow of access route selection.

BA: brachial access; CCA: common carotid artery; FA: femoral access; IC: internal carotid artery; MCA: middle cerebral artery; MT: mechanical thrombectomy, TOA: take-off angle.

Table 1

Patients' characteristics.

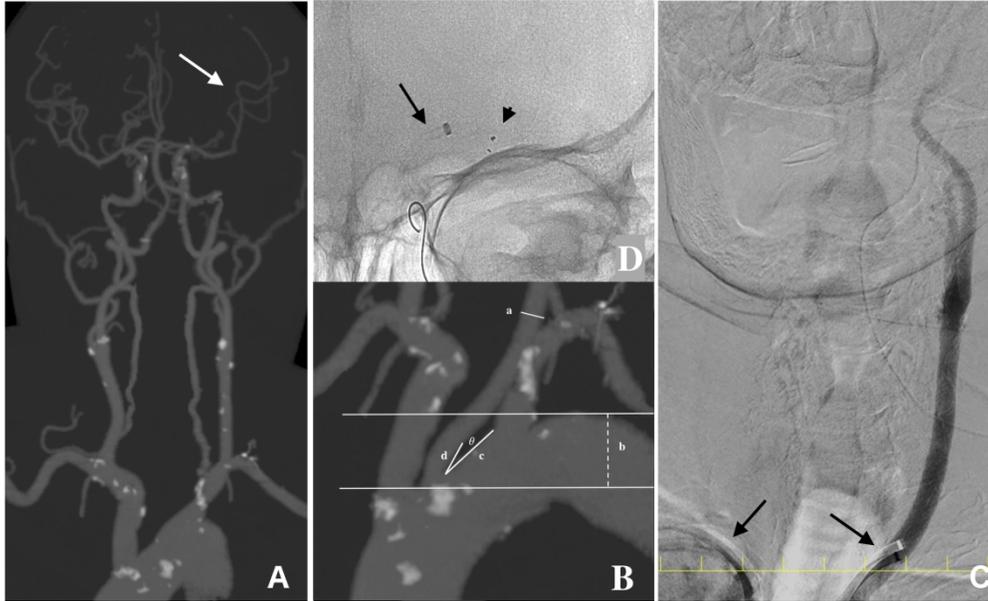


Figure 1. "Left MCA occlusion treated by transbrachial access."A: CTA revealing left MCA occlusion no visualization of one of the left MCA M2 branches (arrow). B: CTA demonstrating the Type III arch ($b > 3a$) and a sharp angle ($\theta: 13^\circ$) between the aortic arch (c) and the left CCA (d), C: A guiding catheter (MSK guide; arrows) is introduced transbrachially into the CCA. D: An aspiration catheter (arrow) and a stent-retriever (arrowhead) are introduced into the MCA. MCA: middle cerebral artery, CCA: common carotid artery.

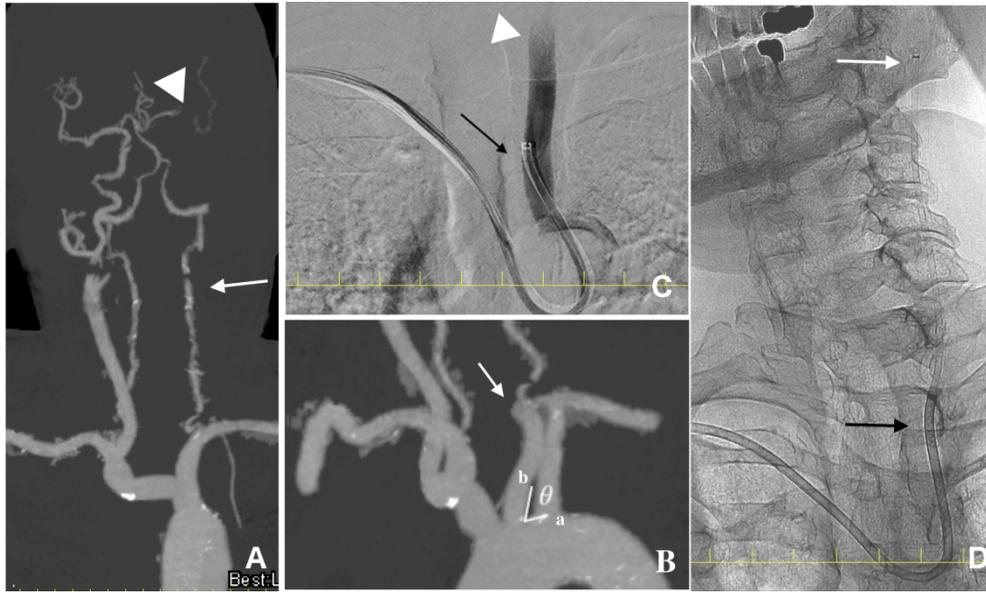


Figure 2. Left CCA occlusion treated by transbrachial access. A: CTA revealing no visualization of the left CCA occlusion (arrow) and MCA occlusion (arrowhead). B: CTA demonstrating occlusion of the left CCA (arrow), the Type I arch and a dull angle (θ : 58°) between the aortic arch (a) and the left CCA (b). C: A guiding catheter (MSK guide) (arrow) is introduced transbrachially into the CCA, and the CCA occlusion is demonstrated (arrowhead). D: An aspiration catheter (white arrow) is introduced into the CCA through the guiding catheter (MSK guide) (black arrow). MCA: middle cerebral artery, CCA: common carotid artery.

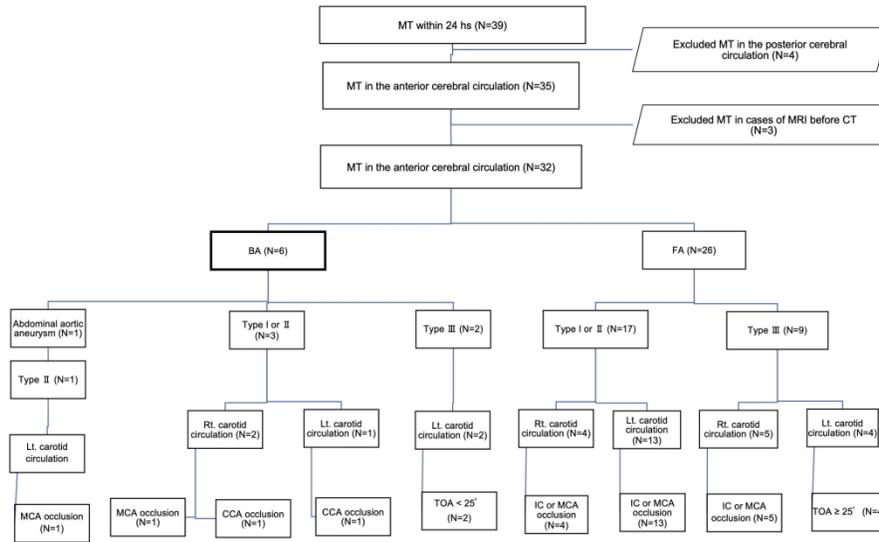


Figure 3.

Flow of access route selection.

BA: brachial access; CCA: common carotid artery; FA: femoral access; IC: internal carotid artery; MCA: middle cerebral artery; MT: mechanical thrombectomy; TOA: take-off angle.

Table 1. Patients' characteristics

	N	Transfemoral access	Transbrachial access	p
		26	6	
Age, median (IQR) years		78.5 (66.8–83)	82 (76.5–88.5)	ns
Male (sex), n (%)		3 (50 %)	14 (53.9 %)	ns
Target carotid artery				
	right CA	9	2	ns
	left CA	17	4	
Occlusion site				
	common CA	0	2 (1 left CA, 1 right CA)	
	internal CA	12	0	
	MCA	14	4 (3 left MCA, 1 right MCA)	
Aortic arch type				
	I	1 (3.9 %)	1 (16.7 %)	
	II	16 (61.5 %)	3 (50.0 %)	
	III	9 (34.6 %)	2 (33.3 %)	
Take-off angle from the aortic arch				
	Brachiocephalic artery as the target, median	58	64.5	
		(mini 27, max 95) °	(mini 54, max 75) °	
	Left carotid artery as the target, median	55	41	
		(mini 35, max 79) °	(mini 13, max 58) °	
	< 25° , n	0	2 (left MCA occlusion)	
Time				
	DtI, median (IQR) min.	26.4 (18–35.4)	21 (13.2–54)	ns
	DtP, median (IQR) min.	84 (60–126)	72 (66–84)	ns
	PtIA, median (IQR) min.	9 (4.8–10.2)	9.6 (6–12.6)	ns
	PtR, median (IQR) min.	54 (36–83.4)	72 (45.6–88.2)	ns

CA, carotid artery; MCA, middle cerebral artery; min, minute; mini, minimum; max, maximum

DtI, door to imaging time; DtP, door to puncture time;

PtIA, puncture-to-initial angiography time; PtR: puncture-to-recanalization time