

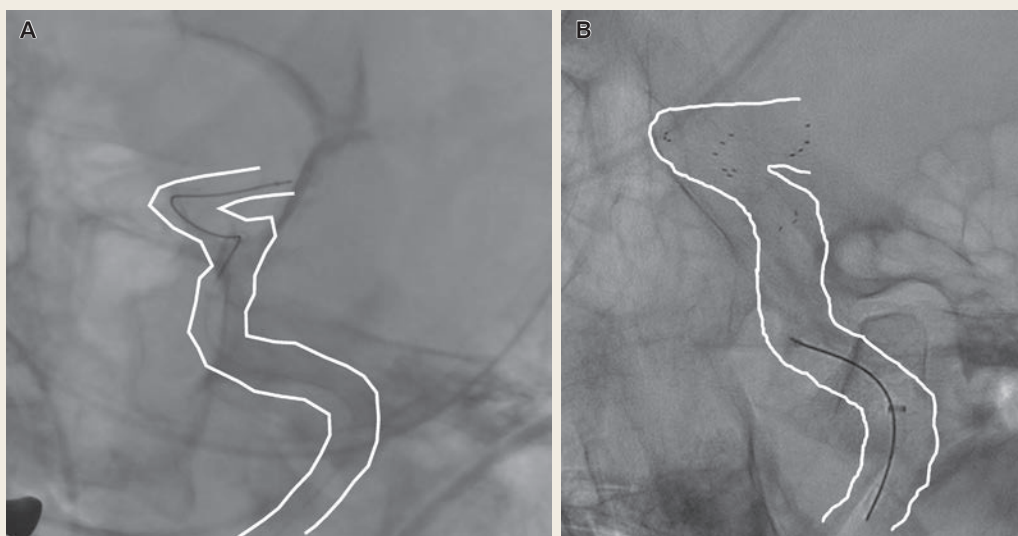
〈脳神経外科速報 vol.34 no.3 e20243403a, 2024〉

# 頸動脈分岐部に発生した巨大血栓に対してハイブリッド手術室にて外科的血栓摘出後に頭蓋内の血栓回収術を施行した1例

関原嘉信<sup>1)</sup>, 松原麻央樹<sup>1)</sup>, 松永越升<sup>1)</sup>, 齋藤雄三<sup>1)</sup>, 高田能行<sup>1)</sup>, 石井則宏<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 新東京病院脳神経外科 〒270-2232 千葉県松戸市和名ヶ谷1271

## Key Slide



**Fig. 4**

The velocity catheter was successfully guided into the left internal carotid artery using the ASAHI CHIKAI black 18 guidewire (A). Penumbra ACE68 was placed in the petrous portion of the left ICA and deployed the Solitaire 6 × 40mm at the top of the left ICA (B).

# A hybrid surgical removal of a large carotid artery thrombus followed by intracranial thrombectomy. A case report.

Yoshinobu SEKIHARA <sup>1)</sup>, Maoki MATSUBARA <sup>1)</sup>, Etsusho MATSUNAGA <sup>1)</sup>, Yuzo SAITO <sup>1)</sup>,  
Yoshiyuki TAKADA <sup>1)</sup>, Norihiro ISHII <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Department of Neurosurgery, New Tokyo Hospital

We report a case of a 66-year-old male who developed a large thrombus of unknown etiology in the cervical internal carotid artery and achieved a favorable outcome through a hybrid surgery combining direct surgery and thrombus retrieval devices. The patient presented with consciousness disturbance, aphasia, right hemispatial neglect, and right hemiparesis (NIHSS score 8). Initially, he was admitted to another hospital, where the MRI showed cerebral infarction in the left middle cerebral artery territory and left internal carotid artery occlusion that required treatment with Argatroban. As the symptoms progressed, the patient was transferred to our hospital the next day. Carotid artery ultrasound detected a large thrombus extending from the bifurcation of the carotid artery into the internal carotid artery. A left superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass was performed under general anesthesia on the day of transfer. The patient's aphasia and right hemispatial neglect improved rapidly, but on the fifth day, the ultrasound showed an increase in the thrombus size. Considering the risk of embolism due to natural

thrombus fragmentation, the decision was made to remove the thrombus using a hybrid surgical approach. The anterior wall of the carotid artery was incised, and a large thrombus was removed as a single mass. As a part of the thrombus had migrated distally, the thrombus was successfully retrieved using the Penumbra ACE68 and Solitaire FR 6.0×40 mm devices through the same incision, resulting in complete recanalization of blood flow. The postoperative course was favorable, and the patient was transferred to a rehabilitation hospital on the 26th day of illness. The cause of the formation of a large thrombus in the carotid artery bifurcation was unknown. While this condition was extremely rare, treatment in the hybrid operating room was highly effective.

**Key Words :** carotid artery, hybrid surgery, thrombectomy

(Received July 18, 2023; Accepted August 3, 2023)  
Correspondence to Yoshinobu SEKIHARA, M.D.,  
Department of Neurosurgery, New Tokyo Hospital, 1271  
Wanagaya, Matsudo-shi, Chiba, 270-2232, Japan  
E-mail: nougesekihara [at] gmail.com

## I. 諸言

---

頸部内頸動脈分岐部に生じた原因不明の巨大な血栓に対し、ハイブリッド手術室にて頸部頸動脈切開により血栓除去を行った。血栓は頭蓋内まで及んでおり、頸部の手術操作で摘出しきれなかった血栓を切開部からステントリトリーパーを用いて回収し、良好な転機が得られた1例を報告する。

## II. 症例提示

---

**症例：**66歳，男性。

朝7時の起床時に意識障害と右上下肢の脱力を家族が気づき，発見から約1時間前医に救急搬送された。最終健常時間は前日の19時ごろであった。MRIにて左脳梗塞と左内頸動脈閉塞を認め，アルガトロバンの点滴が開始された。点滴治療後も症状が進行するため，翌日の11時に当院に転院した。

**既往症：**高血圧，大腸ポリープ。

**アルコール：**ウイスキー 720 mL 瓶1本/日，たばこ：40本/日，40年。

**神経学的所見：**意識障害（Japan Coma Scale [JCS] I -3），失語症（従命不可，喃語のみで唸り声），右半側空間失認，右片麻痺（抗重力運動はあり，詳細な程度の評価は困難），National Institute of Health Stroke Scale（NIHSS）8。

**心電図：**洞調律，心房細動は認めず，Holter心電図，心電図モニター上でも心房細動は認めなかった。

**神経放射線学的所見：**頭部 magnetic resonance imaging（MRI）：拡散強調画像にて左基底核部から放線冠，左島回と左中大脳動脈領域の皮質の一部に急性期梗塞を認め〔Alberta Stroke Program Early CT score（ASPECTS）7，（Fig. 1A）〕，magnetic resonance angiography（MRA）にて頸部から左内頸動脈の閉塞を認めた（Fig. 1B, 2E）。また，arterial spin labeling（ASL）にて，左中大脳動脈領域後方の血流低下を示唆する所見を認めた（Fig. 1C）。

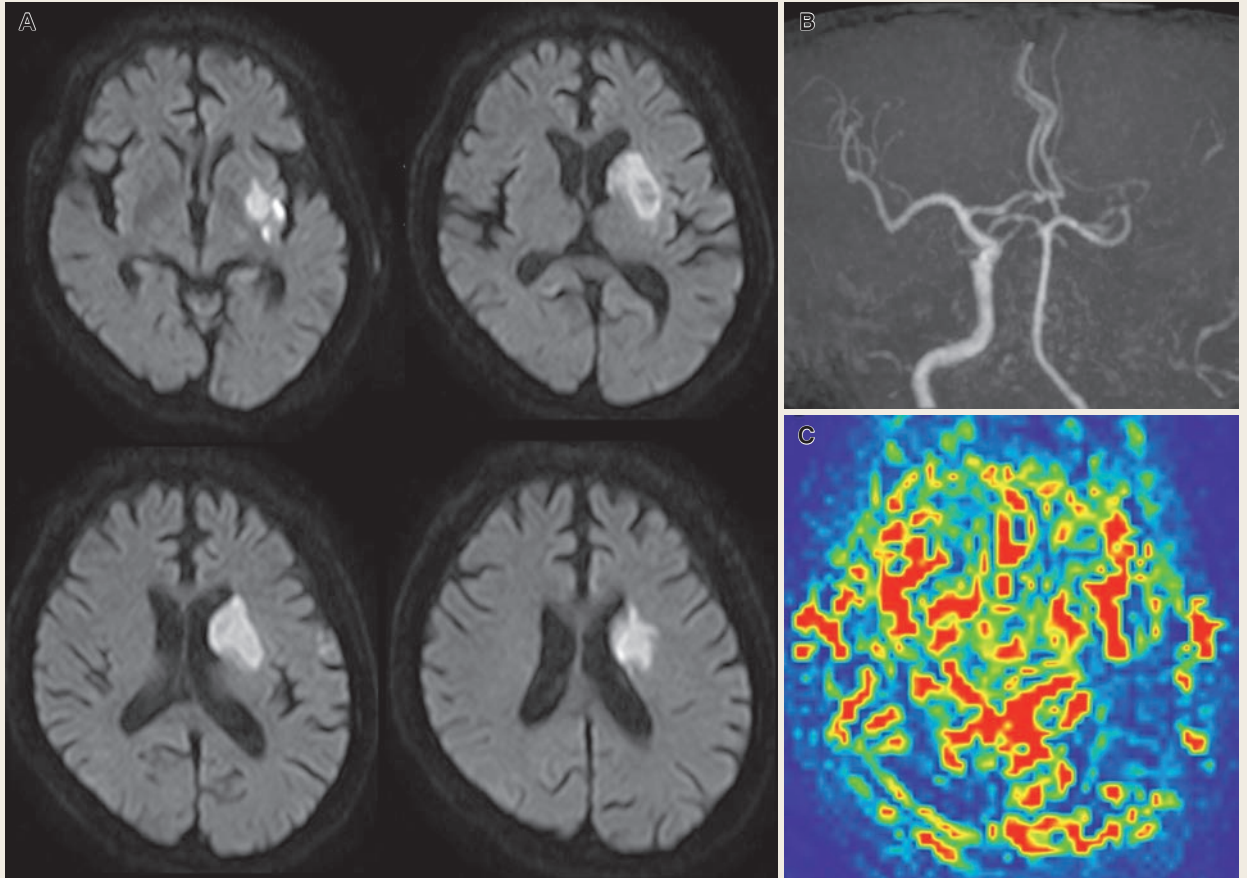
**頸動脈超音波検査：**頸動脈分岐部から内頸動脈近位部に巨大な血栓を認めた。頸動脈壁内にプラークはなく，解離所見も認めなかった（Fig. 2A, B）。

**Black blood MRI（BB-MRI）：**T1weighted image（T1WI），T2WIともに高信号の血栓像を認めた（Fig. 2F, G）。やはりプラークや解離を示唆する所見はなかった。

## III. 入院後経過

---

症状は進行性で右半側空間失認，失語などの皮質症状が出現しており，ASLに



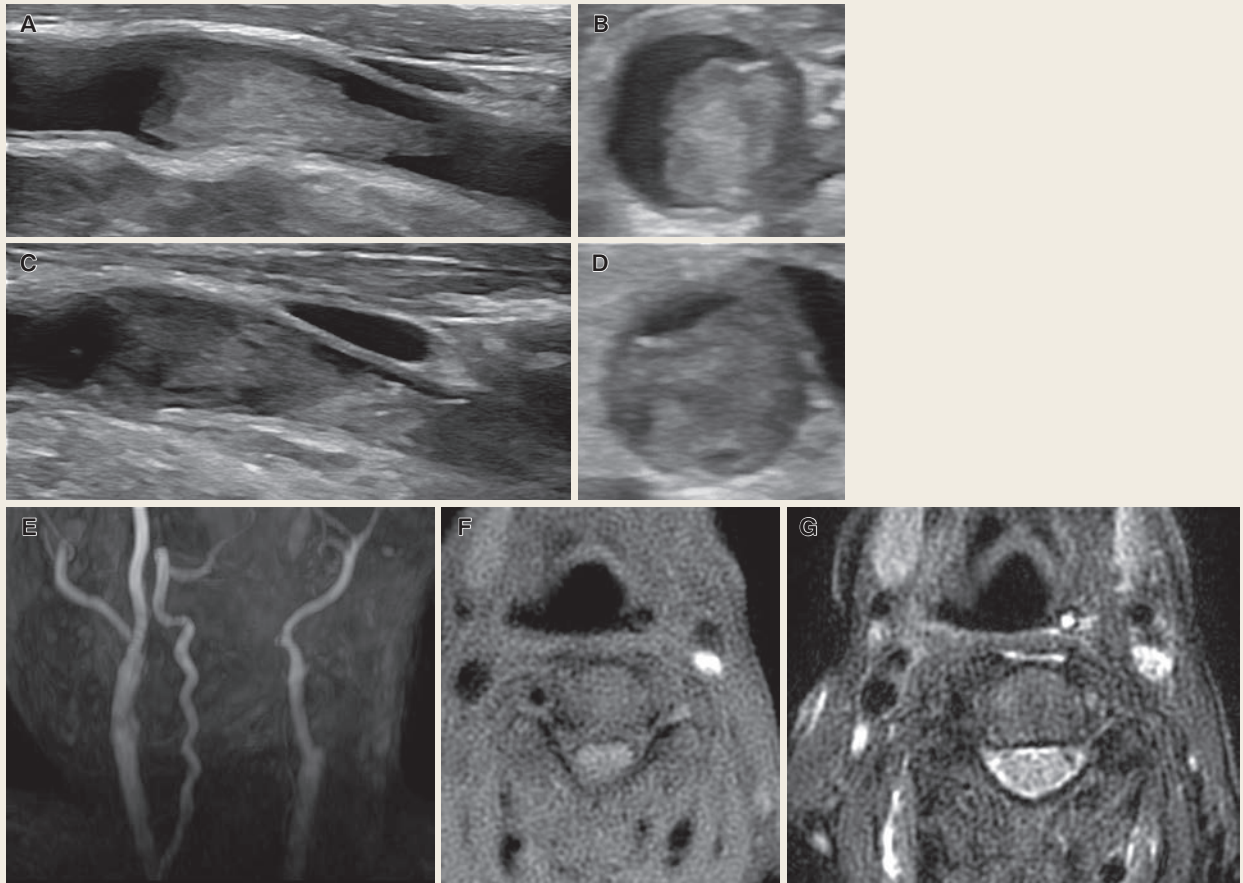
**Fig. 1**

- A : Diffusion-weighted imaging (DWI) showed evidence of acute infarction in the left basal ganglia extending to the corona radiata, the left insular gyrus, and a portion of the cortical area of the left middle cerebral artery (MCA) territory.  
 B : The MRA showed that the left Internal carotid artery (ICA) was occluded.  
 C : Arterial spin labeling (ASL) showed decreased left posterior MCA territory perfusion.

て左中大脳動脈領域後方の血流低下を示唆する所見を認めたため、転院当日の第2病日に全身麻酔下で左 superficial temporal artery-middle cerebral artery (STA-MCA) バイパス術を施行した。

術後、過灌流症候群の出現に留意してICUにて血圧管理を行った。術翌日には失語、右半側空間失認と右片麻痺は速やかに改善し、簡単な会話が可能、口頭指示にも応じることが可能になった。右上下肢は挙上保持可能となり、NIHSS 4に改善。抗血小板薬は、前医よりクロピドグレル 75 mg が胃管経由で投与されており、入院中は継続した。第5病日（術後3日目）に施行した頸動脈エコーにて、血栓の増大を認めた (Fig. 2C, D)。

完全に閉塞しておらず、血栓の自然破砕による遠位塞栓の可能性も鑑みて、血栓

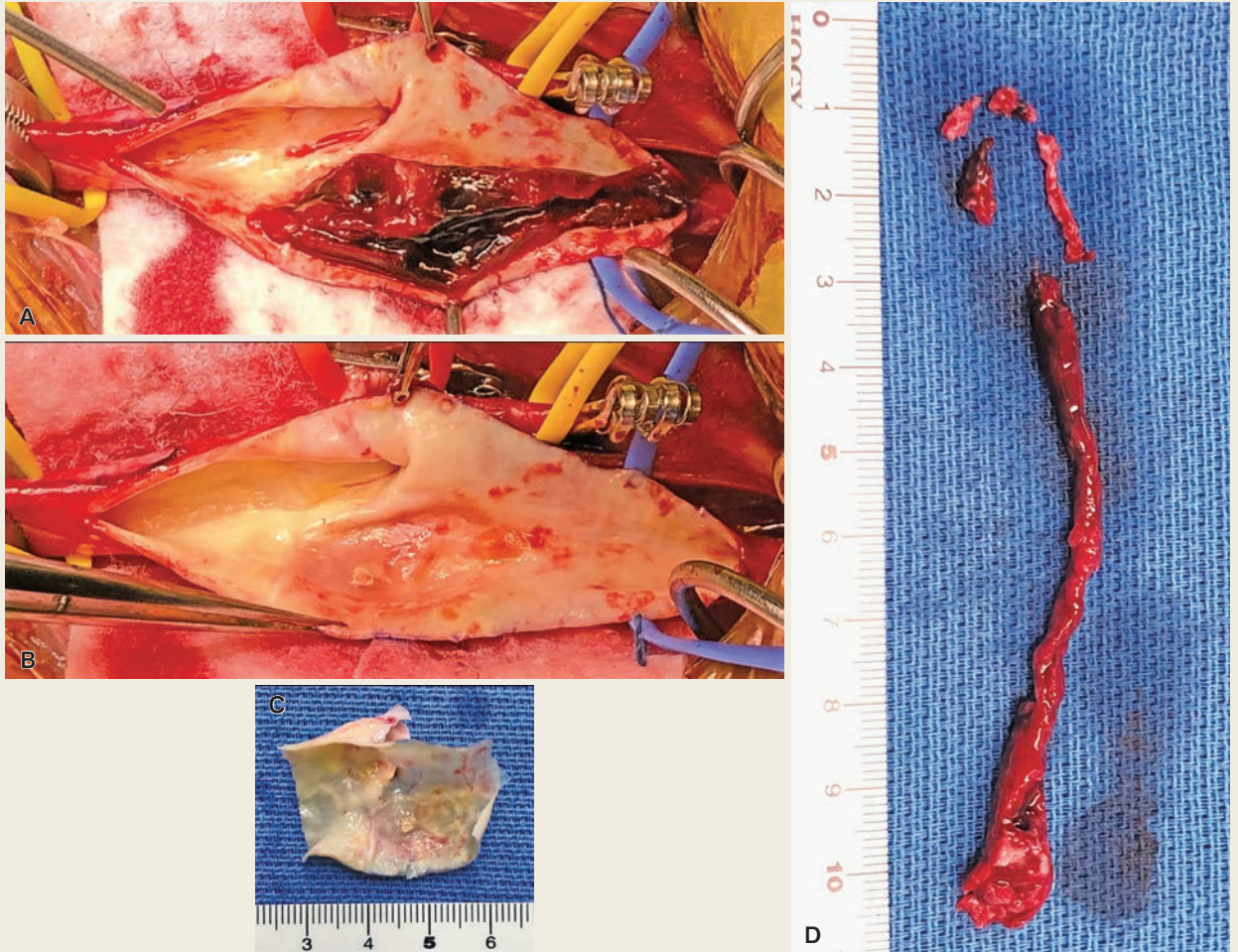


**Fig. 2**

A Carotid artery ultrasound (A : long axis view, B : short axis view) detected a large thrombus at the bifurcation of the carotid artery. Five days later, another carotid artery ultrasound (C : long axis view, D : short axis view) showed an increase in the size of the thrombus. A neck MRA (E) showed a left ICA occlusion from its origin. In the black-blood MRI (BB-MRI), both T1-weighted (F) and T2-weighted (G) images revealed a thrombus with a high-intensity signal. There were no findings suggesting a plaque or dissection.

を摘出する方針とした。血栓を取りきれなかった場合や血栓が移動した場合に備え、血栓回収術を行えるようにハイブリッド手術室を使用することとした。

第8病日に全身麻酔下で左頸動脈の血栓除去術を施行。近赤外光による脳酸素飽和度モニター、somatosensory evoked potentials (SEP) と motor evoked potentials (MEP) モニター下に通常の carotid endarterectomy (CEA) と同様に頭部は後屈位、右へ回旋させ、胸鎖乳突筋前縁に沿った linear incision を行った。総頸動脈、内外頸動脈を露出して血管テープで確保した後、ヘパリン 3,000 単位を投与して activated clotting time (ACT) を 200 以上にした。総頸動脈と外頸動脈を遮断し内頸動脈から総頸動脈にかけて前壁を切開すると、赤色成分主体の巨大な血栓を認

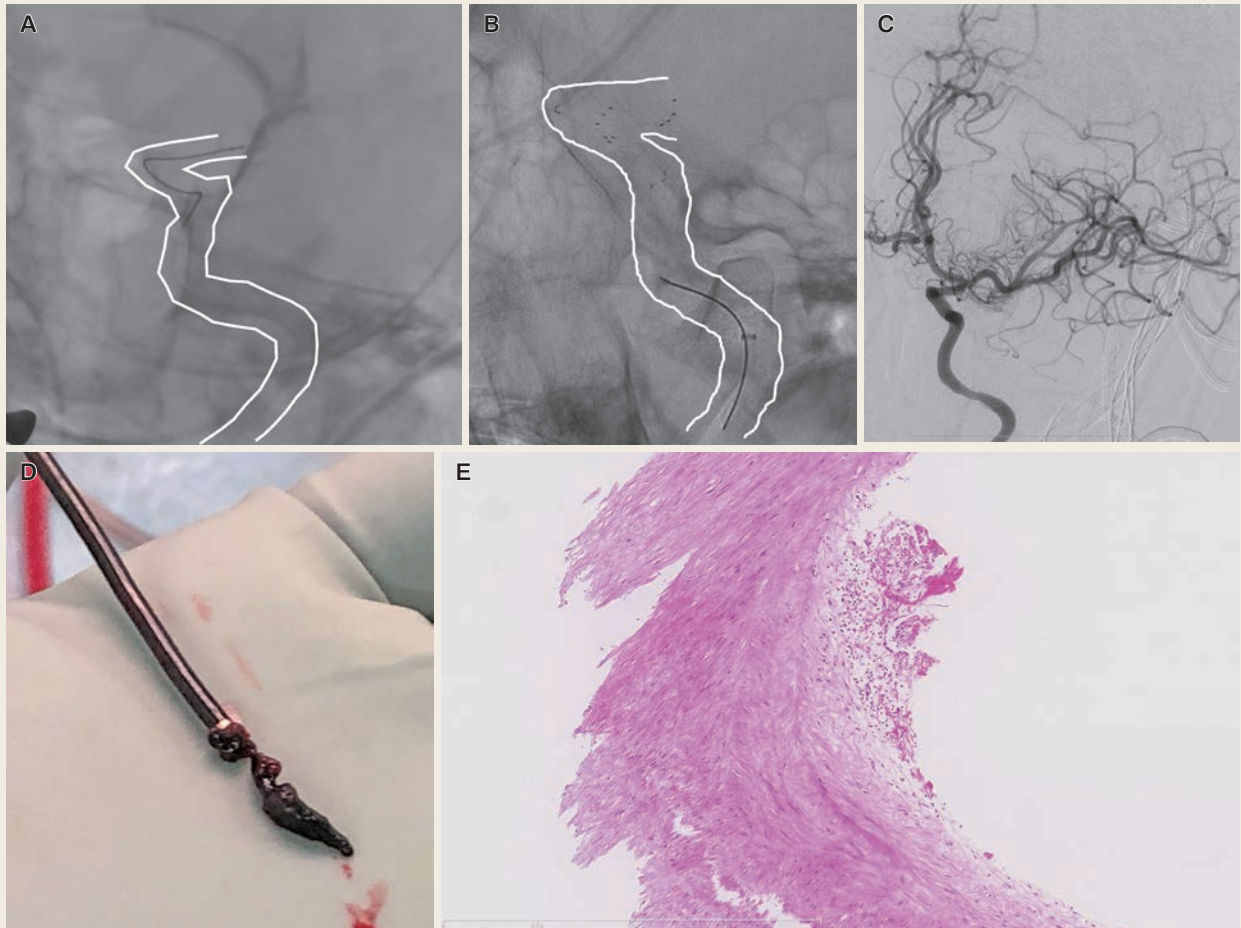


**Fig. 3**

Intraoperative gross findings. The image shows a large thrombus from the origin of the ICA (A). After thrombus removal, there were no signs suggesting plaque or dissection (B). The intima appeared yellowish, indicating inflammatory changes (B and C). The image shows the extracted large thrombus (D).

めた (Fig. 3A). 内膜と血栓の間を剥離して血栓を崩さないように一塊で摘出した。頸動脈管まで続いていたと思われる非常に長い一塊の血栓を摘出できた (Fig. 3D)。しかし、内頸動脈遠位側のクリップを外しても切開口への逆行性血流は認められず、遠位側の閉塞が解除できていないものと判断した。内シャントの内頸動脈側を切開口から内頸動脈に挿入し、陰圧をかけても逆血がなかった。

頭蓋内まで血栓が及んでいるものと考え、切開口から Penumbra ACE 68 (メディコスヒラタ) を挿入した。サイフォンの手前まで進めて血栓吸引したところ、小さな血栓は取れるものの逆行性血流はなかった。Penumbra をサイフォン手前に置き、Velocity (メディコスヒラタ) を ASAHI CHIKAI black 18 (朝日インテック)



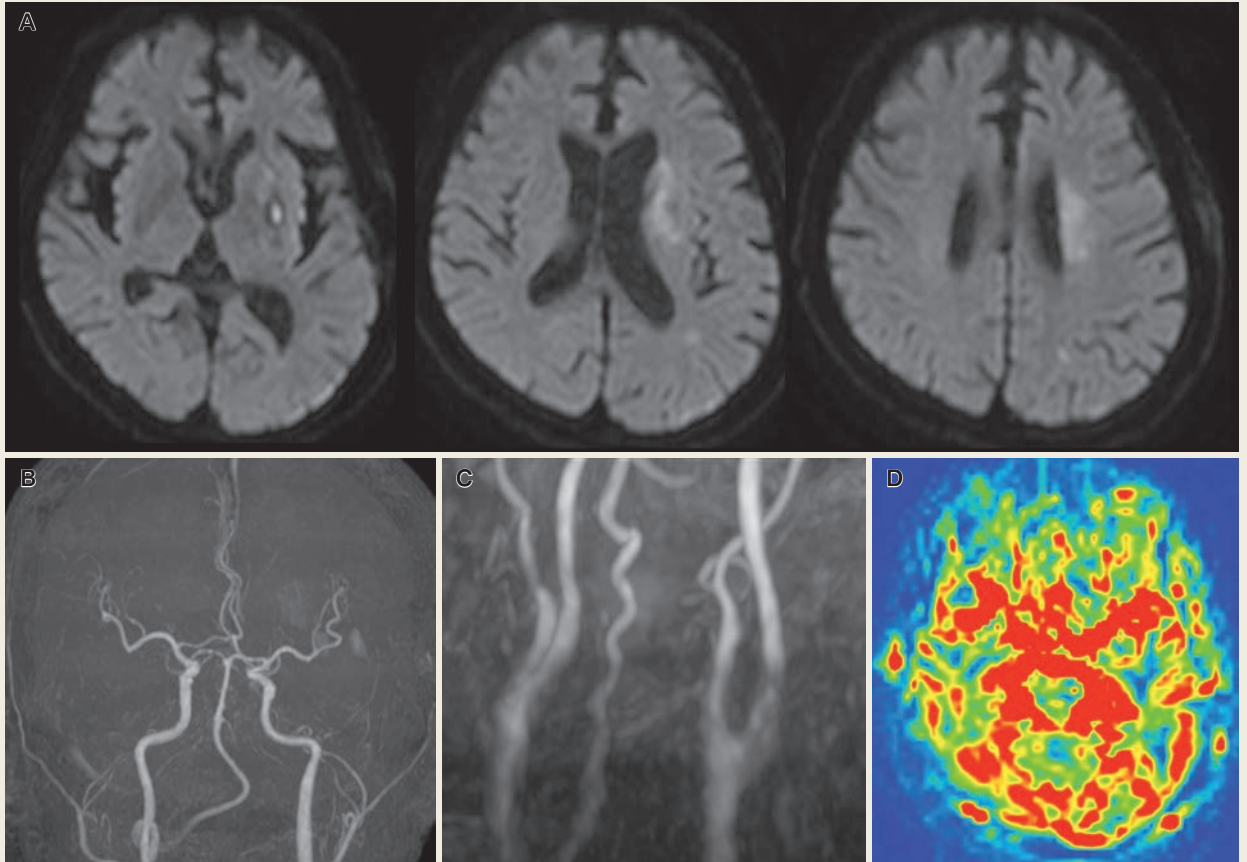
**Fig. 4**

The velocity catheter was successfully guided into the left internal carotid artery using the ASAHI CHIKAI black 18 guidewire (A). Penumbra ACE68 was placed in the petrous portion of the left ICA and deployed the Solitaire 6 × 40mm at the top of the left ICA (B). A large thrombus was successfully retrieved by Solitaire and Penumbra (D), and complete recanalization was achieved in a single procedure (C). Pathological findings (H & E staining) revealed a fibrous thickening of the intima with minimal deposition of fibrin, inflammatory cells, and attachment of fibroblasts in some areas (E).

のガイド下に内頸動脈先端部まで上げて (Fig. 4A), Solitaire FR 6 × 40 mm (コヴィディエン ジャパン) を同部で展開した (Fig. 4B). 血栓の移動を危惧して, Solitaire 展開時の血管造影は行わず, Penumbra で吸引しつつ Solitaire を回収した. 大きな血栓が回収され (Fig. 4D), 逆行性血流も出現した. Penumbra から撮影すると完全再開通していた (Fig. 4C).

血栓が付着していた内膜面を観察すると, 明らかなプラークはなく, 解離も認めなかった (Fig. 3B). 表面は黄色に変化しており炎症性変化と考えられた (Fig. 3B, C). 内膜剥離を行い, 病理検査に提出した.

病理組織検査では, 内膜の線維性肥厚を認め, 一部に微量のフィブリン, 炎症細



**Fig. 5**

Postoperative MRI showed no progression of the cerebral infarction (A), and no finding of hyperperfusion syndrome was observed (D). On MRA, there were no apparent signs of occlusion from the cervical internal carotid artery to the peripheral MCA (B and C).

胞，線維芽細胞の付着を認めた (Fig. 4E).

術後 MRI にて脳梗塞の拡大はなく (Fig. 5A)，過灌流症候群も生じなかった (Fig. 5D)。MRA 上，頸部内頸動脈から MCA 末梢まで明らかな閉塞所見もなかった (Fig. 5B, C)。神経症状の悪化はなく，第 26 病日，modified Rankin Scale (mRS) 2 の状態でリハビリテーション病院に転院した。

#### IV. 考 察

頸部内頸動脈に原因不明の巨大な血栓を生じ，直達手術と血栓回収デバイスを用いたハイブリッド手術で良好な転機が得られた症例を報告した。

転院当日に血管撮影を行った上で，通常の各種血栓回収デバイスを用いた血栓回収術を行う方法も検討したが，エコーで描出された頸動脈分岐部の血栓は巨大であ

り、遠位に飛散させることなく回収することは難しいものと判断した。血管撮影も造影剤注入による血栓の移動を懸念して行わなかった。神経症状は悪化しており、さらなる梗塞範囲の拡大による症状進行を防ぐ目的で緊急でバイパス術を行う方針とした。バイパス術直後から神経症状は回復し、術後のMRIで脳梗塞は拡大しておらず、一般的な治療選択とはいえないが、結果的にはよい方法であったと考えている。また、経過を振り返ると、初期治療として頸動脈切開での血栓除去術を施行すれば、血栓が頭蓋内まで及ばずに、頸部の手術操作のみで治療できたかもしれない。

頭頸部主幹動脈閉塞に対して頸部頸動脈確保の上、血管内治療を行った報告は散見され、アクセス困難例に対するものが多い<sup>14)</sup>。本例と類似した報告として、内頸動脈起始部のアテローム性狭窄病変とその狭窄病変が塞栓源となった中大脳動脈閉塞に対して前頸部切開、頸動脈直接穿刺で中大脳動脈の血栓回収を行った後に、CEAを施行したとする報告がある<sup>5)</sup>。また、急性期脳梗塞に対する前頸部切開、頸動脈直接穿刺で血栓回収術を行った8例のまとまった報告<sup>6)</sup>があり、Type 3 aortic archで、経大腿や上肢のアプローチから変更したものが3例、大動脈弓部の人工血管置換術後でアプローチが困難な症例に対して、最初から前頸部切開と頸動脈直接穿刺での血栓回収術を行ったものが4例、Type A大動脈解離の術中に開胸部から人工血管を穿刺して頸動脈にステント留置を行ったものが1例であった。本例のように頸動脈の切開口から直接吸引カテーテルを挿入した報告は見つからなかった。

頸動脈分岐部に巨大な血栓を生じた原因は不明である。血栓付着部の内頸動脈壁に粥腫による狭窄病変はなく、炎症所見を示唆する内膜の色調変化のみであった。通常の動脈硬化性の血栓形成機序、つまり線維性被膜の破綻による粥腫の血管内腔への曝露という機序は考えられない。血液検査上、凝固に関する検査項目に異常所見はなく、自己免疫系のマーカー、腫瘍マーカーも異常はなかった。心エコー上、左房内血栓はなく、入院中の心電図、Holter心電図、心電図モニター上、明らかな心房細動は認めなかった。

摘出した内膜の組織を観察すると、内膜の線維性肥厚を認め、一部に微量のフィブリン、炎症細胞、線維芽細胞の付着を認めた。血流によるびらん性内膜損傷という冠動脈領域で報告されている病態がある<sup>7)</sup>。血流により内膜が肥厚し、その肥厚内膜の剥離により平滑筋細胞が露出し、組織因子が発現し凝固活性が亢進して血栓形成が生じるという機序である。頸動脈分岐部に血流による内膜損傷を生じることが前提になるが、実際生じたかは明らかではなく、本症例の原因とは言い切れない。本例では内膜の線維性肥厚と微量のフィブリン、線維芽細胞、炎症細胞の付着を認

め、何かしらの炎症反応が血栓形成の原因になったものと推察された。今回の入院中に証拠はつかめなかったが、心原性機序、その他原因不明の塞栓症〔Embolic Stroke of Undetermined Source (ESUS)〕の可能性はあり、退院後も注意深い経過観察が必要と思われた。

脳神経外科領域におけるハイブリッド手術室の使用目的として、以下の5つが挙げられる<sup>8,9)</sup>。①術中・術後の確認の血管撮影、②血管内治療のためのアクセス目的、③直達手術と血管内治療の combined therapy、④ Frameless stereotaxic operation、⑤手術時もしくは血管内治療中の rescue としての使用などである。今回の治療は上記の③、⑤に相当し、ハイブリッド手術室を用いた治療が奏効した1例といえる。当院ではCEAもしくはcarotid artery stenting (CAS) 単独では治療困難な、難治性の頸動脈狭窄症に対し、ハイブリッド手術室でのCEAとCASを組み合わせた治療を複数例経験しており、本症例の治療にその経験を応用し、臨機応変に対応できた<sup>10)</sup>。

脳神経外科領域におけるハイブリッド手術室の導入は進んでおり、今後より多くの難治症例に、様々なバリエーションで応用されていくものと考えられた。

## V. 結 語

---

頸部内頸動脈に原因不明の巨大な血栓を生じ、直達手術と血栓回収デバイスを併用したハイブリッド手術で良好な転機が得られた症例を報告した。本例のような症例は稀だが、ハイブリッド手術室をうまく活用した1例と思われた。

## 文献

---

- 1) Jadhav AP, et al: Transcervical access in acute ischemic stroke. *J Neurointerv Surg* 6: 652-7, 2014
- 2) Mokin M, et al: Direct carotid artery puncture access for endovascular treatment of acute ischemic stroke: technical aspects, advantages, and limitations. *J Neurointerv Surg* 7: 108-13, 2015
- 3) Cord BJ, et al: Direct carotid puncture for mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke patients with prohibitive vascular access. *J Neurosurg* 135: 53-63, 2020
- 4) Lin CM, et al: Direct Neck Exposure for Rescue Endovascular Mechanical Thrombectomy in a Patient with Acute Common Carotid Occlusion Concurrent with Type A Aortic Dissection. *World Neurosurg* 124: 361-5, 2019
- 5) Frenkel MB, et al: Combined interventional and surgical treatment of tandem middle cerebral artery embolus and internal carotid artery occlusion: case report. *J Neurosurg* 129: 718-22, 2018
- 6) Chen CC, et al: Direct Carotid Artery Exposure for Acute Cerebral Infarction in Hybrid Angiography Suite: Indications and Limitations. *Front Surg* 8: 819053, 2022
- 7) 山下 篤, 浅田祐士郎: 病理像と血流からみた動脈硬化と血栓の再検証(血流, プラークびらんと血栓). *日本血栓止血学会誌* 22: 3-10, 2011
- 8) Murayama Y, et al: Combined surgical and endovascular treatment of complex cerebrovascular diseases in the hybrid operating room. *J Neurointerv Surg* 5: 489-93, 2013
- 9) Choi E, et al: A hybrid operating room for combined surgical and endovascular procedures for cerebrovascular diseases: a clinical experience at a single centre. *Br J Neurosurg* 33: 490-4, 2019
- 10) Sekihara Y, et al: Usefulness of Hybrid Surgery Combining CEA and CAS for Carotid Artery Stenosis with a Large Amount of Vulnerable Plaque. *J Neuroendovasc Ther* 15: 429-37, 2021