

症例報告

補助人工心臓装着患者の脳塞栓症に対して急性期血管内治療を施行した
二例

小林 聡¹, 長内 俊也¹, 宮本 倫行^{1,2}, 下田 祐介¹, 牛越 聡^{1,2},
大岡 智学³, 松居 喜郎³, 畑中 佳奈子⁴, 宝金 清博¹

1 北海道大学病院 脳神経外科

2 国立病院機構 北海道医療センター 脳神経外科

3 北海道大学病院 循環器外科

4 北海道大学病院 病理診断科

Successful Acute Endovascular Therapy of Cerebral Embolism for A Patient
with Ventricle-Assist Device: Case Report

Satoshi Kobayashi¹, Toshiya Osanai¹, Michiyuki Miyamoto^{1,2}, Yusuke
Shimoda¹, Satoshi Ushikochi^{1,2}, Tomonori Ooka³, Yoshiro Matsui³,
Kanako Hatanaka⁴, Kiyohiro Houkin¹

1 Department of Neurosurgery, Hokkaido University Graduate School of
Medicine

2 Department of Neurosurgery, National Hospital Organization Hokkaido
Medical Center

3 Department of Cardiovascular Surgery, Hokkaido University Graduate

School of Medicine

4 Department of Pathology, Hokkaido University Graduate School of Medicine

連絡先：

小林 聡

〒064-0952

札幌市北区北 15 条西 7 丁目 北海道大学医学研究科神経外科

Satoshi Kobayashi, MD

Department of Neurosurgery, Hokkaido University Graduate School of
Medicine, North 15 West 7, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8638, Japan

☎ 011-706-5987

FAX 011-708-7737

E-mail sat.kobayashi@gmail.com

Key word: acute endovascular therapy, cerebral embolism, ventricle-assist
device, Penumbra, thrombectomy

本論文を、日本脳神経血管内治療学会機関誌「Journal of
Neuroendovascular Therapy (脳神経血管内治療)」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。

補助人工心臓装着患者の脳塞栓症に対して急性期血管内治療を施行した
二例

Successful Acute Endovascular Therapy of Cerebral Embolism for A Patient with Ventricle-Assist Device: Case Report

和文要旨

【目的】 植え込み型補助人工心臓（ventricular assist device：VAD）は心臓移植までの橋渡しなどのために挿入されるが、厳密な抗凝固療法にもかかわらず脳塞栓症を合併しやすい。VAD 装着中に脳塞栓症を発症し Penumbra システムを用いて再開通療法を施行した 2 例を経験したため報告する。

【症例】 症例 1: 左中大脳動脈水平部閉塞の 20 歳女性。Penumbra システムを用いて Thrombolysis in Cerebral Infarction (TICI) Grade3 相当の再開通。
症例 2: 左 IC top 閉塞の 34 男性。Penumbra で TICI3 相当の再開通。
症例 2 で回収できた血栓は病理学的にはフィブリン血栓であった。また、いずれの症例も出血性合併症を起こさなかった。

【結論】 VAD 装着患者の特性から、stent retriever よりもくも膜下出血が少ないと考えられる aspiration thrombectomy が第一選択として妥当であると考えられた。

Abstract

Objective

Ventricular assist devices (VAD) are used as a bridge to heart transplantation. Cerebral embolism can develop in patients with VADs despite a strict anticoagulation therapy.

We report first two cases of successful acute endovascular therapy with Penumbra system for cerebral embolism.

Case presentation

Case 1

A 20-year-old woman with a VAD presented with right facial palsy and right monoparesis. 3D-CTA demonstrated left middle cerebral artery (MCA) occlusion. We successfully performed endovascular recanalization of the left MCA with Thrombolysis in Cerebral Infarction (TICI) Grade3 perfusion, and the patient's symptoms significantly improved.

The patient's condition improved to nearly the pre-treatment state. However, due to repeated stroke, the patient developed disturbances of consciousness, aphasia, and complete paralysis of the left lower limb. Furthermore, the infection worsened, and the patient eventually developed a circulatory disorder of the VAD and died.

Case 2

A 34-year-old man with VAD presented with sudden disturbances of consciousness and right hemiparesis. CT scan revealed no early abnormalities. We performed endovascular recanalization of the left IC top with TICI 3

perfusion. After endovascular treatment, CT scan did not reveal a cerebral infarction. The patient eventually achieved an NIHSS score of 0 points and received a heart transplant.

In case 2, we pathologically analyzed the retrieved thrombus and confirmed the thrombus to be mainly composed of fibrin. There was no complication of hemorrhage in both cases.

Conclusion

Suction type thrombectomy device is believed to be the first choice for patients with VAD.

緒言

筆者らは植込み型補助人工心臓（ventricular assist device : VAD）を装着した症例で、急性期脳塞栓症を発症し、血栓吸引術が奏功した一例を報告した¹⁾。その間に本症例で用いている VAD の接続部がチタンメッシュに変わったことで内皮細胞を誘導し血栓ができにくくなったとはいえ、依然として脳卒中の発症率は高いままである。本論文で提示する 2 例で用いている VAD である EVAHEART [EVAHEART(定常流タイプ), サンメディカル技術研究所, 長野] は、脳梗塞発症率は 0.37 event per patient year (EPPY), 脳出血発症率は 0.21 event per patient year (EPPY) と報告されている²⁾。VAD 内は構造上、血流が渦を発生し血流が停滞し、血栓を形成しやすい特徴がある^{3, 4)}。重篤な神経症状が後遺した場合、移植適応から外れる懸念があり、重症脳梗塞を発症した場合、積極的な再灌流療法の施行を検討しなければならない。しかし多くの症例でアルテプラゼによる経静脈的血栓溶解療法（intravenous tissue plasminogen activator: I.V. t-PA）は適応外となることが多い。一方で血管内治療では凝固異常に基づいた除外基準は I.V. t-PA より緩やかであることから血管内治療による再開通療法が適応となる。2010 年 7 月に臓器移植法案が改正されて以来、本邦における心臓移植の症例数は増加している。しかし移植までの期間は平均 980 日と長く、心臓移植が必要な患者は植込み型補助人工心臓（ventricular assist device : VAD）を装着し待機している。現在は心臓移植待機患者の 9 割が VAD を装着している^{5, 6)}。心臓移植の症例が増加したことで待機期間は一旦短縮したものの、心臓移植希望が急増したため 2013 年には待機期間が逆に増加するようになったことから、VAD 装着例は高い脳卒中リスクにさらされることになる。

最近のランダム化比較試験で脳主幹動脈閉塞に対する血栓回収療法のエビデンスが確立したがいずれも stent retriever を主に用いた研究であった^{7,8,9,10,11}). VAD 装着例の脳主幹動脈閉塞に対する血管内治療も少数ながら報告されているが、やはり stent retriever が主体となっている^{12,13}).

筆者らは同様の症例に対し、Penumbra システム (Penumbra Inc, CA, USA) を用いた血栓回収療法を施行し、良好な治療結果を得ることができたため報告する.

症例呈示

〈症例 1〉 20 歳 女性

主 訴 意識障害、右片麻痺

既往歴 肥大型心筋症により 18 歳時に VAD [EVAHEART(定常流タイプ), サンメディカル技術研究所, 長野] 埋め込み術がなされていた.

今回の入院の約 1 年前に左中大脳動脈(middle cerebral artery: MCA)閉塞症となった¹⁾. 意識障害, 運動性失語, 右片麻痺[徒手筋力テスト(Manual muscle testing: MMT) 上肢 0/5, 下肢 3/5] を生じ, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) 16 点であった. 血管造影で責任病変は左 MCA(M1)であることを確認し, Penumbra041 を用いて血栓吸引術を行い TICI2b の再開通が得られた. 1 ヶ月後には日常生活で困らない程度まで失語は改善し, 右片麻痺も MMT 4/5 に改善し, modified Rankin Scale(mRS) 3 となった. その後 mRS 1 まで改善し, 循環器外科で follow されていた.

現病歴 VAD のドライブライン貫通部の感染症の治療のため, 当院心

臓血管外科に入院中であった。起床時(午前7時)に右顔面麻痺を認めたため、当科にコンサルト。発症時はワルファリン 3.5mg, アスピリン 200mg を内服していた。

神経学的陽性所見 意識清明, 右顔面麻痺, 右上肢軽度麻痺(MMT 上肢 4/5)を認めた。NIHSS 3点であった。

血液学的検査所見 PT-INR 3.05

神経放射線学的所見 造影 CT にて左 MCA(M1)閉塞(M1)あり。左被殻及び尾状核頭部に early CT sign を認め、Alberta Stroke Program Early CT (ASPECT) score は 8 点 (**Fig. 1A, 1B**)。両側基底核, 橋に陳旧性梗塞巣を認めた。

左 MCA 閉塞を認めたため、血管造影を行なった。

血管内治療 本症例で用いられている VAD は定常流のため大腿動脈の拍動が触れない。そのためエコーガイド下にて右大腿動脈に 4Fr. sheath を挿入した(午前 8 時 45 分)。発見から穿刺まで 1 時間 45 分要した。

左 CAG にて左 MCA(M1)閉塞を認めた (**Fig. 2A, 2B**)。左前大脳動脈 (anterior cerebral artery: ACA)からの側副血行路は発達しており末梢動脈の描出は確認できた。検査中に Japan Coma Scale (JCS) 2 桁まで意識レベルが低下したため、同病変に対して血管内治療を施行した。また、活性化全血凝固時間(activated clotting time:ACT)が測定不能の異常高値であったためヘパリン投与は行わなかった。9Fr. sheath に交換し、9Fr. Optimo (東海メディカル Japan)を左内頸動脈(internal carotid artery: ICA)に留置し、Penumbra 5Max (Penumbra Inc, CA, USA)を Penumbra 3Max (Penumbra Inc, CA, USA)と coaxial に、microwire (Chikai 0.014inch: ASAHI intec, Japan)を用いて血栓部位まで誘導した。ポンプで持続的に吸引したとこ

ろ逆血が得られず血栓が把持されたと考えられたため A direct aspiration first pass technique (ADAPT)を施行した． one pass で再開通が得られた． M2 middle trunk は依然閉塞していたが，約 1 年前に血栓回収療法を行ったあとから閉塞したままであったことが確認されていたので，TICI3 相当であると判断し手技終了とした(穿刺から再開通まで 90 分)(Fig. 2D, 2E)．止血には Angio-Seal™(St.Jude Medical Inc, USA) を用いた．

術後経過 血管内治療後に速やかに意識レベルは改善した．術後の CT では左基底核の限定的な脳梗塞を認めるのみであった(Fig. 1C, 1D)．軽度の右顔面と上肢の脱力は残存するもののほぼ治療前の状態まで回復した．術後 5 日目には NIHSS 1 点となった．しかし，その後も左 ACA 閉塞，左側頭葉脳内出血，右 MCA 閉塞，右 ACA および MCA 閉塞を発症した．これらはいずれも今回発症した脳梗後，3 ヶ月の間に発症したものであった．

脳出血に対しては開頭血腫除去，脳梗塞に対しては 3 回とも血管内治療を行った．開頭血腫除去術後，翌日の CT で術後出血がないことを確認した後，ヘパリンを開始した．出血のリスクがあるため APTT は 40 秒台を目標とし，アスピリンは休薬し経過をみた．しかし，脳出血後 1 週間で脳梗塞を発症したため，その後の APTT は 50 台と設定し，アスピリンも早期に開始した．左 ACA 閉塞に関しては，pericallosal artery, callosomarginal artery の手前での閉塞であり，マイクロカテーテルやマイクロガイドワイヤーを用いた血栓破碎術を施行した．右 MCA 閉塞，右 ACA および MCA 閉塞に関しては，Penumbra を用いて ADAPT を施行した．それぞれ TICI2b の再開通を得た．しかし，発症ごとに徐々に脳梗塞が増加し，最後に発症した右 ACA および MCA 閉塞の再開通後には，神経学

的所見は意識障害 JCS3, 失語, 左下肢の完全麻痺の状態となった。その後, 感染症の悪化も認め, 最終的には VAD の循環障害に陥り, mRS 6 となった。

＜症例 2＞ 34 歳 男性

主 訴 意識障害, 右片麻痺

既往歴 11 歳 拡張型心筋症, 31 歳 VAD [EVAHEART(定常流タイプ), サンメディカル技術研究所, 長野] 埋め込み術施行, 33 歳右前頭葉出血, 34 歳 左脳梗塞 [(左 MCA anterior trunk 領域)症状がなかったため血管内治療は施行せず], 34 歳 右後頭葉脳出血。上記既往があったが, mRS0 であった。

現病歴 VAD のドライブライン貫通部の感染症の治療のため, 当院心臓血管外科に入院中であった。午後 7 時 30 分, 院内で突然意識障害, 右片麻痺を認めた。CT では ASPECT score は 10 点 (**Fig. 3A, 3B**), 脳内出血の既往のため, i.v. t-PA は適応外であり, 緊急血管造影を施行した。

神経学的陽性所見 意識障害 (JCS3), 全失語, 右軽度口角下垂, 右片麻痺 (MMT: 上肢 1/5, 下肢 2/5) を認めた。NIHSS15 点であった。

血液学的検査所見 PT-INR 1.58

血管内治療 症例 1 と同様に鼠径部の動脈拍動が触れないため, エコーガイド下で大腿穿刺を行った。(午後 8 時 40 分)。発見から穿刺まで 1 時間 10 分要した。

血管造影にて左 ICA 終末部に閉塞を認め (**Fig. 4A, 4B**), ヘパリン化 (ヘパリン 3000 単位, ACT214 秒) を行い, 血管内治療を施行した。8Fr. Lancher (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を左 ICA に留置し, Penumbra

5Max (Penumbra Inc, CA, USA)で血栓を吸引した.セパレーターを使用しながらポンプで持続的に吸引したところ血栓が吸引され,造影にてM1まで再開通が得られた.その後,3Maxをinner catheterとして,5MaxをM1の閉塞部直近に留置するように試みるが,3Maxを閉塞部よりdistalに留置しなければ5Maxが到達することができず,3Maxでlesion crossした.その後,3Maxをセパレーターを用いて吸引をかけながら引き戻し,5Maxからセパレーターを用いて持続吸引したところ再開通を得た.以前の梗塞で左M2 anterior trunkは閉塞していたため,閉塞前と同様の所見と考え,TICI3相当の再開通で終了した(**Fig. 4D, 4E**). (穿刺から再開通まで2時間50分) Angio-Seal™(St.Jude Medical Inc, USA)を用いて止血した.

術後経過 軽度構音障害がみられ,NIHSS1点であったが,術後のCTでは明らかな梗塞巣は指摘できなかった(**Fig. 3C, 3D**).最終的にNIHSS0点となり,術後2ヶ月後,心臓移植を行いVAD離脱となった.症例2では回収された血栓の病理検査を行った.Elastica Masson染色,PAS染色,Gram染色で器質化や感染は認められず,フィブリン血栓と診断された(**Fig. 5A, 5B**).

考察

2010年の臓器移植法改正後,心臓移植は年間10例から40例と大幅に増加した.また,2011年4月から植込み型VADが保険償還され,在宅移植待機が可能となった.植込み型VADの性能の向上,患者に対する多職種による診察・支援体制が整備され,新規申請患者は年約100人と増加し,現在は400人を超える移植適応患者が待機している.結果,移植待機日数は増加し,約900日の移植待機期間となった.そのため心臓移植実施数は

増加したものの、待機患者数の増加に見合わないため、移植待機期間はむしろ延長した。それにより、VAD挿入待機患者も増加し、現在植え込み型VADを装着している患者は385例となった⁵⁾。

わが国におけるEVAHEART償還後の多施設共同前向き観察研究であるJ-MACS Registryの報告では、このシステムを植え込み後の生存率は半年で93.4%、1年及び2年生存率は各87.4%であり、合併症として脳梗塞は0.37 EPPY、脳出血は0.21 EPPYと脳血管障害の割合が高い。上述したように移植待機期間が約900日と長いため、高い脳卒中のリスクにさらされる。また、重篤な神経症状が後遺した場合、移植適応から外れる懸念があるため、重症脳梗塞を発症した場合、積極的な治療を選択すべきである。ただI.V. t-PAの適応基準はPT-INR 1.7未満であるため、PT-INR 2.5-3.5にコントロールするVAD装着患者では適応外となることが多い。そのため血管内治療が唯一の治療となる場合が多い。

VAD、特にEVAHEART装着患者に対する血管内治療には、二つの留意点が存在する。

EVAHEARTは左室心尖部にインフローカニューレ、血液ポンプ、アウトフローグラフトを介して上行大動脈へ血液を送るシステムである。従来の拍動式補助人工心臓のように血液をためて送り出す構造ではなく、血液ポンプ中の羽根車が連続で血液を送り出す構造(連続流型VADと呼ばれる)となっている。そのため動脈の拍動がみられない。EVAHEART装着患者は大腿穿刺の際に動脈の拍動がないため、エコーガイド下で穿刺施行しなければならないことが第一の留意点となる。脳血管内治療領域では必ずしもエコーを必要としないので、再開通までの時間を短縮する

ためにもエコーの保管場所の確認やいつでも使用できる体制作りが必要である。

VADにおける血栓形成については幾つかの機序が知られているが、一つはインフローカニューレの接続部のチタンに血栓が形成されるという異物反応による血栓形成¹⁴⁾、もう一つは心尖部と脱血カニューレの間で、血流が渦を発生し血流が停滞するために生じる血栓形成、最後はポンプの回転数を上げすぎることによって左心室内が虚脱することによる血栓形成が考えられている¹⁵⁾。後2つで生じる血栓は心房細動によって生じるようなフィブリン血栓と似た性質である可能性が示唆される。実際、症例2では回収された血栓が病理学的に器質化していないフィブリン血栓であることが確認された。もちろん、異物反応による血栓形成も起こりうるが、最新のEVAHEARTでは接続部はチタンメッシュに改良されており、内皮細胞を誘導し血栓形成ができにくい構造となった。上記の理由からVAD挿入中の患者は脳梗塞予防のため抗凝固剤と抗血小板剤が必要となる。ワルファリンはPT-INR 2.5-3.5を目標に管理を行う。抗血小板薬はアスピリン100-300mgを内服する²⁾。当施設ではPT-INR 2.5-3.0を目指してワルファリンをコントロールし、抗血小板療法としてアスピリン100-200mgを合わせて内服している。

すなわち、第二の留意点として、濃厚な抗血栓療法を要するため易出血状態となることが挙げられる。

一旦出血してしまうと、ワルファリンのリバースや中止を余儀なくされる。その際に血栓形成が起こり、再度ワルファリンを投与しても、その効果が現れる前に脳梗塞を発症したり、抗凝固薬の強度を上げることで脳出血を発症し得る等、負のスパイラルに陥り、本症例1のように脳

梗塞，脳出血を繰り返すことを認識しておく必要がある．そのような観点から，穿刺の際にはエコーガイド下で確実に前壁穿刺を行い，高位穿刺は避けること，また，頭蓋内出血合併症も可能な限り回避する手技を選択することが重要である．

deviceの選択に関しては，VAD装着例の脳主幹動脈閉塞に対する血管内治療が少数報告されているが，stent retrieverを用いた手技が主体である．stent retrieverを用いた血栓回収療法は近年のランダム化比較試験で内科治療に勝る転帰改善効果が確立されたが，一定の頻度でも膜下出血(subarachnoid hemorrhage: SAH)を生じることも知られている．

(Solitaire FRを用いたSWIFT PRIMEでは4%⁷⁾，TrevoとMerciのランダム化比較試験であるTREVO2では12%¹⁶⁾であった)．Penumbra等のaspiration catheterは，近年大径の5MAX ACEおよびADAPTの導入により，良好な治療成績が報告されており¹⁷⁾，かつ，SAHの発症率が0%であったとの報告も散見される^{17,18)}．Merci RetrieverにおけるSAHの発症機序は，deviceの展開による血管穿孔，血栓捕捉・回収時の血管壁への侵襲，複数回の病変通過による血管解離，分枝の引き抜き損傷等が想定されており^{19,20)}，stent retrieverにおいても程度は異なるものの同様の機序が働いていると推察されている．これらの点のうち，stent展開や病変通過による機序に関してはPenumbraによるADAPTにより避けることができると考えられる．また引き抜き損傷に関しても，stent retrieverでの治療に比べ，血管の直線化が軽度であり，引き抜き損傷が軽度であると想定される．

出血を防ぐ手立てとしてヘパリン投与量が問題となるが，Multi MERCIの事後解析では，血管内治療時にヘパリン3000単位(中央値)を使用しても，ヘパリン未使用群と比べ出血，致死率に有意差はなく，臨床転帰が

良好であったとの報告²¹⁾があり，少なくとも3000単位の使用は可能と考えられる．

本報告はVAD装着例の脳主幹動脈閉塞に対してPenumbraシステムを用いて血管内治療を施行した初めての報告である．出血性合併症を最大限に減少させるデバイスを選択する上で，安全性の面でaspiration thrombectomyが勝ると考えられた．今後は多数例でのさらなる検討が望まれる．

結語

本症例はVAD装着例に対しPenumbraを用いた初めての報告である．VAD装着患者に関しては特に出血合併症を起こしてはならず，出血リスクを抑えるdeviceを選択するべきである．安全性の面で勝ると考えられる吸引型deviceがVAD装着患者に最も適切なdeviceであると考えられた．

利益相反の開示

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない．

文献

1. Kobayashi S, Miyamoto M, Shinada S, et al. Successful Acute Endovascular Therapy of Cerebral Embolism for a Patient with Ventricular Assist Device: A Case Report No Shinkei Geka 2014; 42: 1057-1062. (in Japanese)
2. Saito S, Yamazaki K, Nishinaka T et.al.: Post-approval study of a highly pulsed, low-share-rate, continuous-flow, left ventricular assist device, EVAHEART: A Japanese multicenter study using J-MACS. J Heart Lung Transplant 2014; 33: 599-608.
3. Saito S, Matsumiya G, Sakaguchi T, et.al.: Fifteen-year experience with Toyobo paracorporeal left ventricular assist system. J Artif Organs 2009; 27-34.
4. Nishinaka T, Saito S, Tsukui H, et al. Uekomigata Hojo Jinkou Shinzou (Implantable Ventricular Assist Device) EVAHEART LVAS. Heart 2011; 43: 847-852. (in Japanese)
5. The Japanese Society for Heart Association. The report of heart transplantation in Japan. <http://www.jsht.jp/registry/japan/> (Last accessed: October 15, 2015)(in Japanese)
6. Pharmaceuticals and Medical Devices Agency. J-MACS Statistical Report. <http://www.pmda.go.jp/files/000147613.pdf> (Last accessed: October 15, 2015)(in Japanese)
7. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et.al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. NEJM 2015;372: 2285-95.

8. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *NEJM* 2015; 372: 2296-2306.
9. Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *NEJM* 2015;372: 11-20.
10. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *NEJM* 2015;372:1019-30.
11. Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *NEJM* 2015;372: 1009-18.
12. Ibrahim A, Holger B, Robert A, et al. Successful use of Solitaire FR for stroke in a pediatric ventricular assist device patient. *Ann Thorac Surg* 2013;96: e65-7.
13. Byrnes JW, Williams B, Prodhan P, et al. Successful intra-arterial thrombolytic therapy for a right middle cerebral artery stroke in a 2-year-old supported by a ventricular assist device. *Transpl Int* 2012; 25: e31-3.
14. Yamada Y, Nishinaka T, Mizuno T, et al. : Neointima-inducing inflow cannula with titanium mesh for left ventricular assist device. *J Artif Organs* 2011; 14: 269-275.
15. Igarashi T, Kokuzawa Y, Kume R, et al. In vitro evaluations of blood flow pattern in left ventricle on ventricular assist device. *Jpn J Extra-Corporeal Technology* 2010; 37: 409-412. (in Japanese)
16. Nogueira RG, Lutsep HL, Gupta R, et al. Trevo versus Merci retrievers for

thrombectomy revascularization of large vessel occlusions in acute ischaemic stroke (TREVO 2): a randomised trial. *Lancet* 2012; 380(9849): 1231–1240.

17. Turk AS, Frei D, Fiorella D, et al. ADAPT FAST study: a direct aspiration first pass technique for acute stroke thrombectomy. *J Neurointerv Surg* 2014;6:260-4.
18. Navia P, Larrea JA, Pardo E, et al. Initial experience using the 3MAX cerebral reperfusion catheter in the endovascular treatment of acute ischemic stroke of distal arteries. *J NeuroIntervent Surg* 2015;0:1–5.
19. Yoon W, Jung MY, Jung SH, et al: Subarachnoid hemorrhage in a multimodal approach heavily weighted toward mechanical thrombectomy with Solitaire stent in acute stroke. *Stroke* 2013; 44: 414-419
20. Shi ZS, Liebeskind DS, Loh Y, Saver JL, et al. Predictors of subarachnoid hemorrhage in acute ischemic stroke with endovascular therapy. *Stroke*. 2010;41:2775-81.
21. Nahab F, Walker GA, Dion JE, et al. Safety of periprocedural heparin in acute ischemic stroke endovascular therapy: the multi MERCI trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2012;21:790-3.

Figure Legends

Fig. 1

CT scan revealed parenchymal abnormalities in the left MCA area(head of caudate nucleus and putamen), and the ASPECT score was 8 points. Low density of the bilateral basal ganglia was attributed to previous infarction (A, B).

Only a minor infarction was found in the left basal ganglia at postoperative day 2 after endovascular recanalization(C, D).

Fig. 2

Angiography before the treatment revealed complete obstruction of the left MCA (M1 horizontal segment)(A, B). Angiography after the treatment revealed recanalization with TICI 3 perfusion (D, E). Branches of the MCA were previously obstructed, and sufficient perfusion via the leptomeningeal collaterals from the ipsilateral ACA was observed (C, F).

Fig. 3

CT scan revealed no early abnormalities in the left MCA area, and the ASPECT score was 10 points. Low density of the right frontal area was attributed to a previous brain hemorrhage (A, B).

CT scan revealed that the left MCA area was intact after endovascular recanalization (C, D).

Fig. 4

Angiography before the treatment revealed L occlusion(A, B). Angiography

after the treatment revealed ICA recanalization with TICI 3 perfusion (D, E). Branches of the MCA were previously obstructed, and sufficient perfusion via the leptomeningeal collaterals from the ipsilateral ACA was observed(C, F).

Fig. 5

- A. Hematoxylin & Eosin (H&E) staining revealed a thrombus composed mainly of fibrin.
- B. Thrombi were composed of fibrin with neutrophils and erythrocytes.

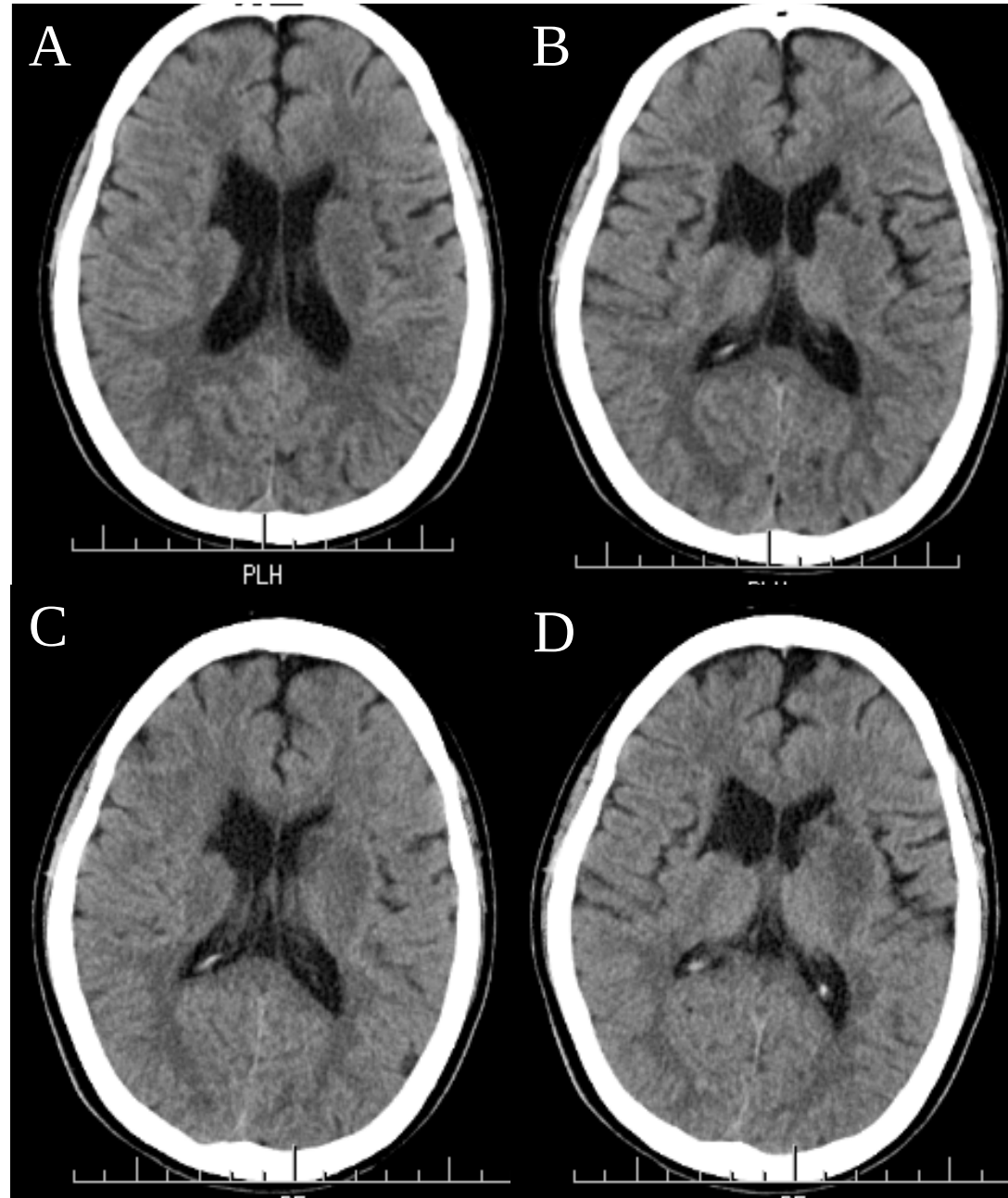


Fig. 1

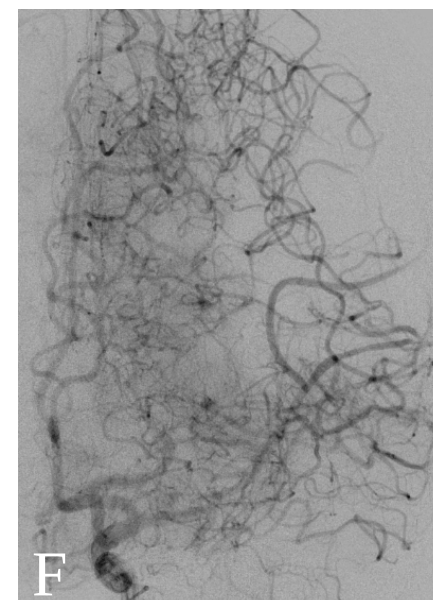
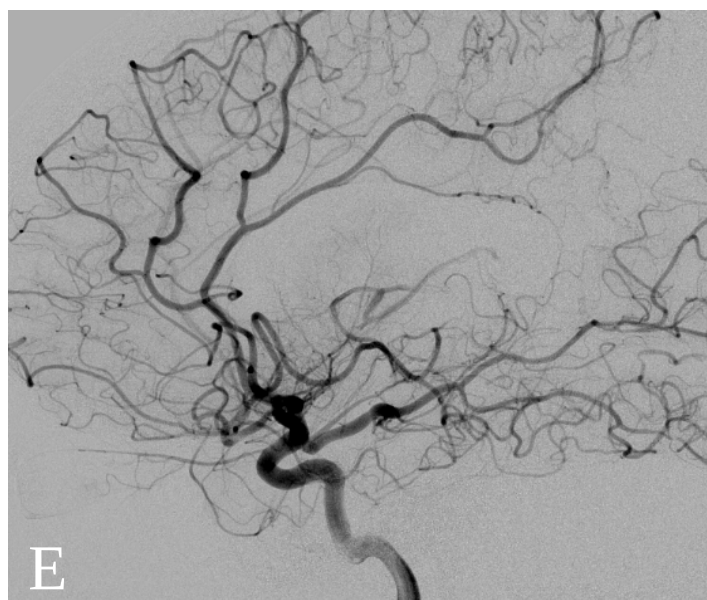
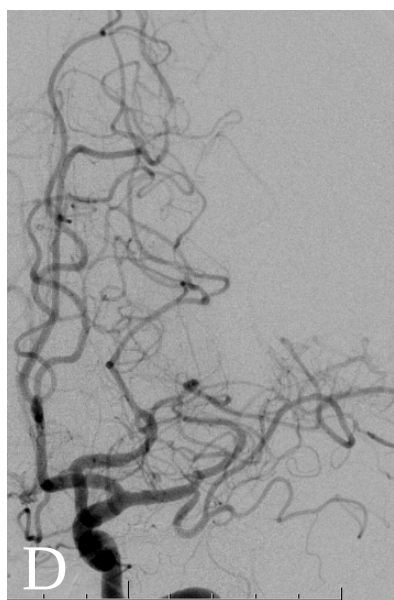
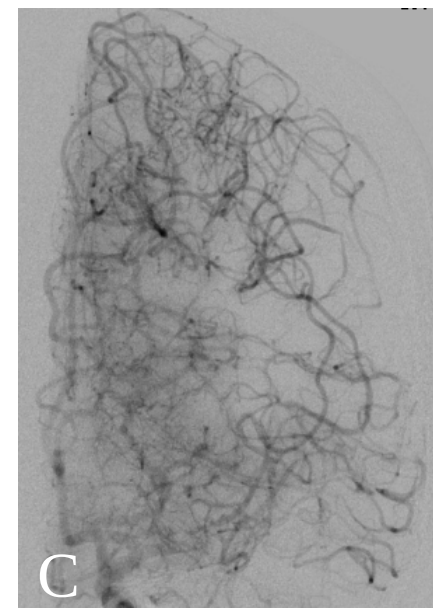
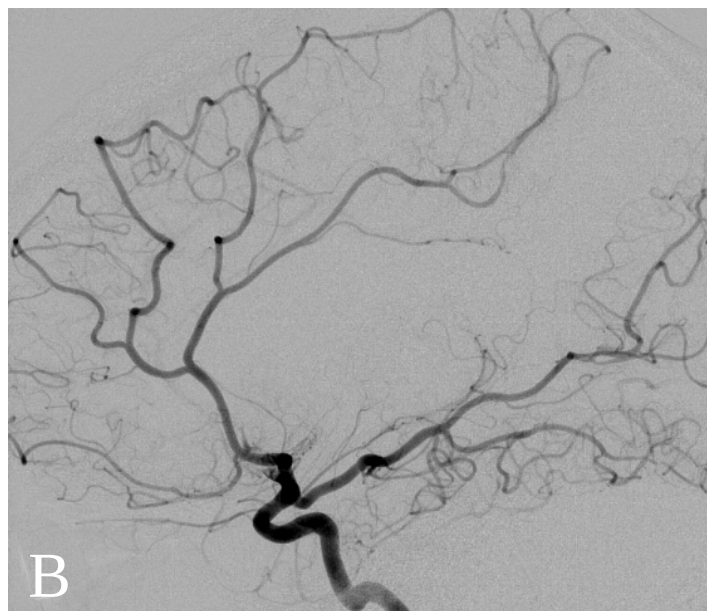
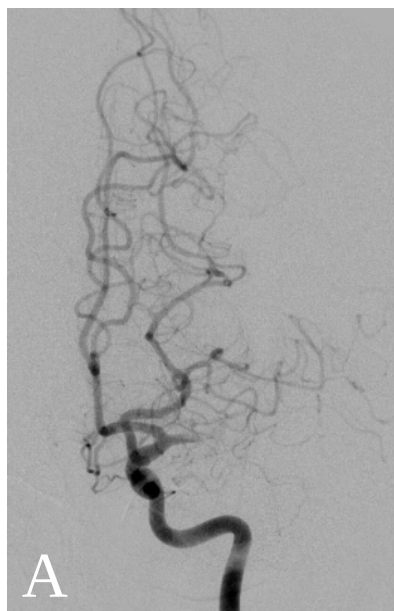


Fig. 2

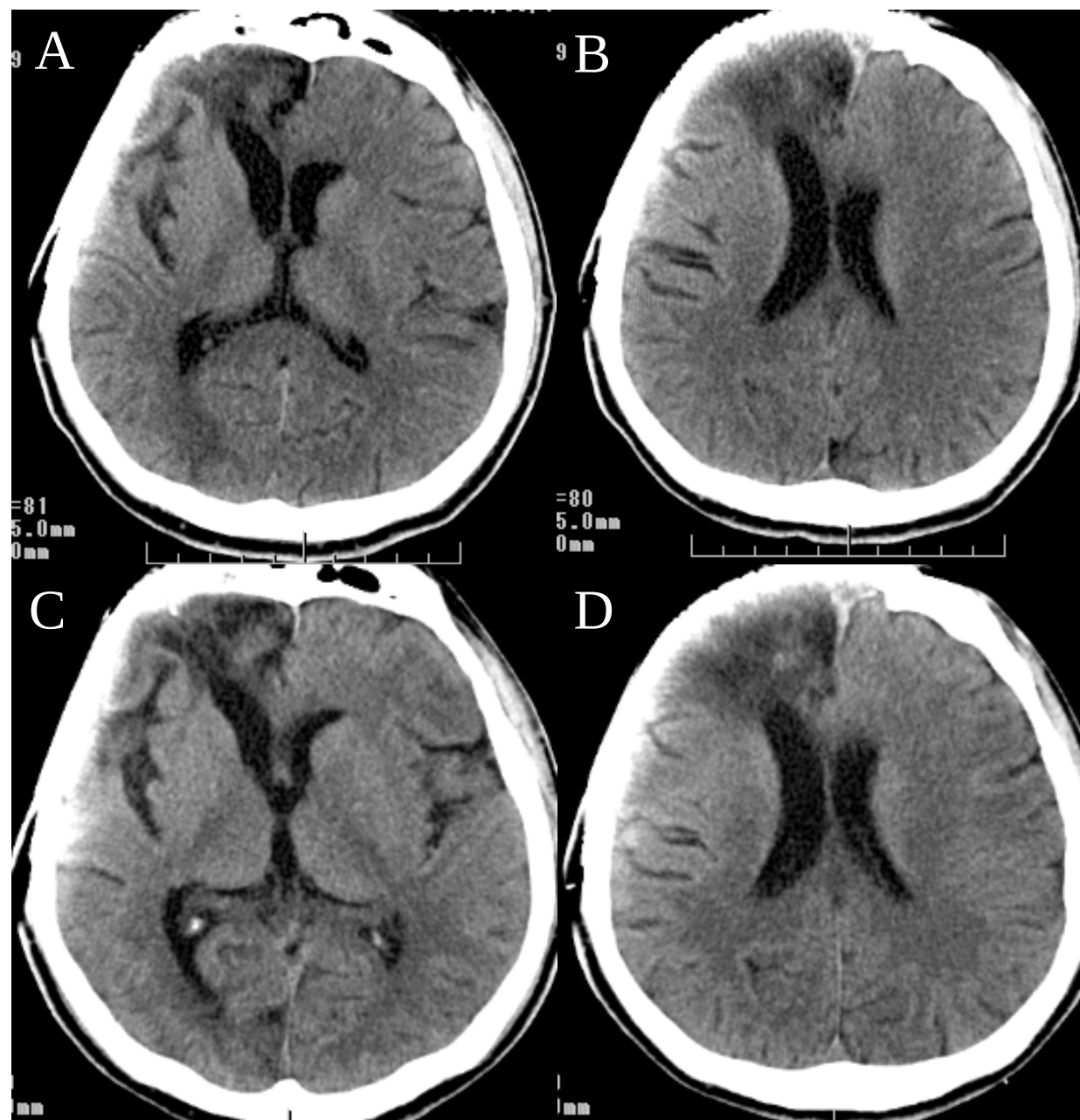


Fig. 3

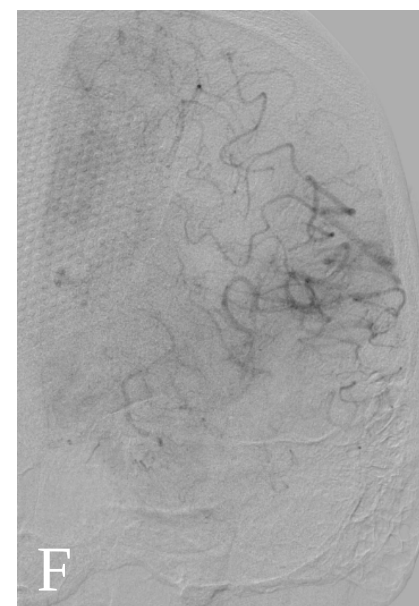
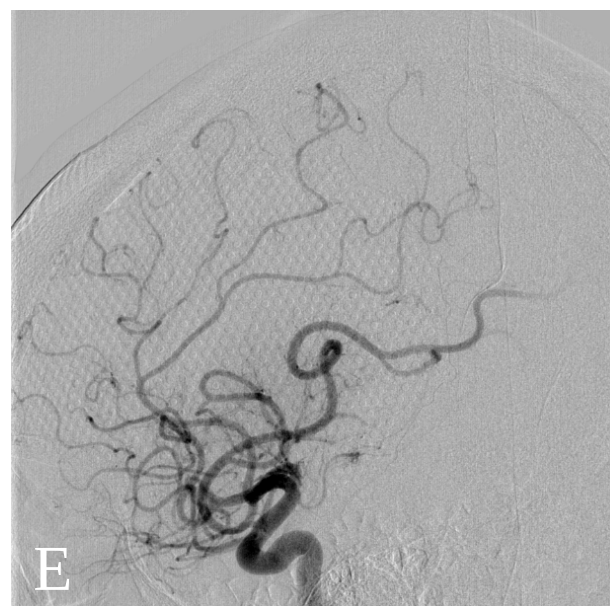
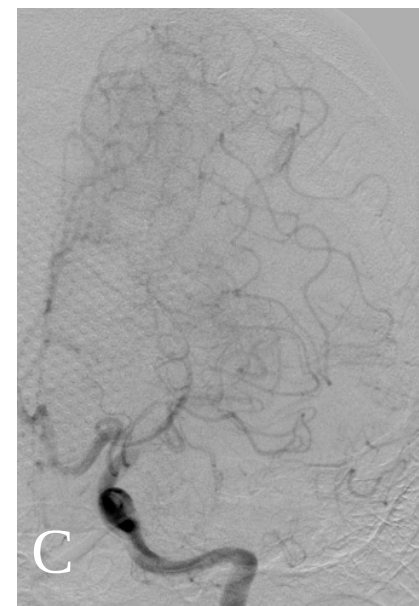
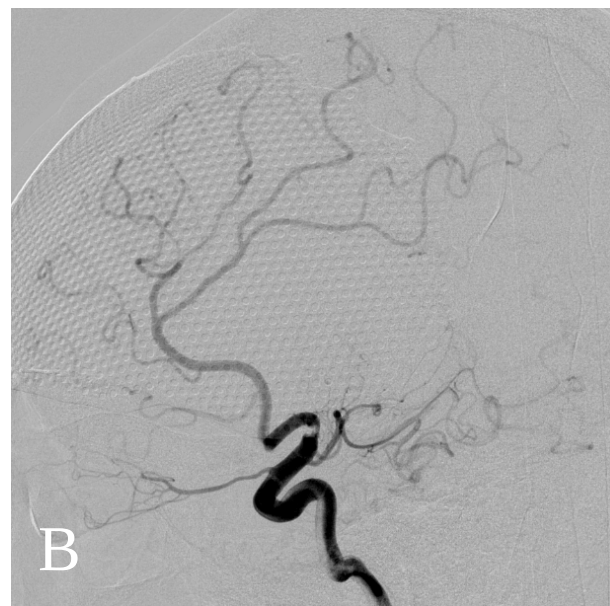
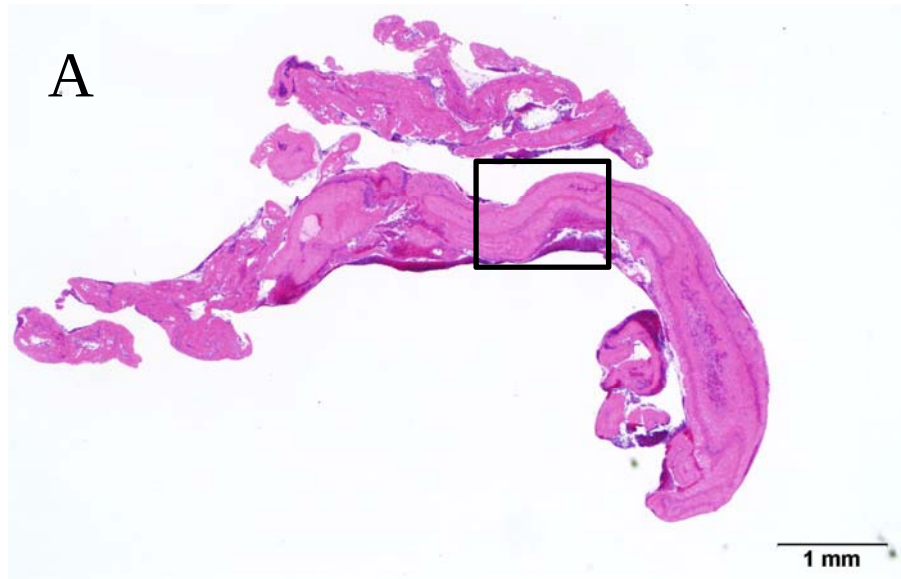
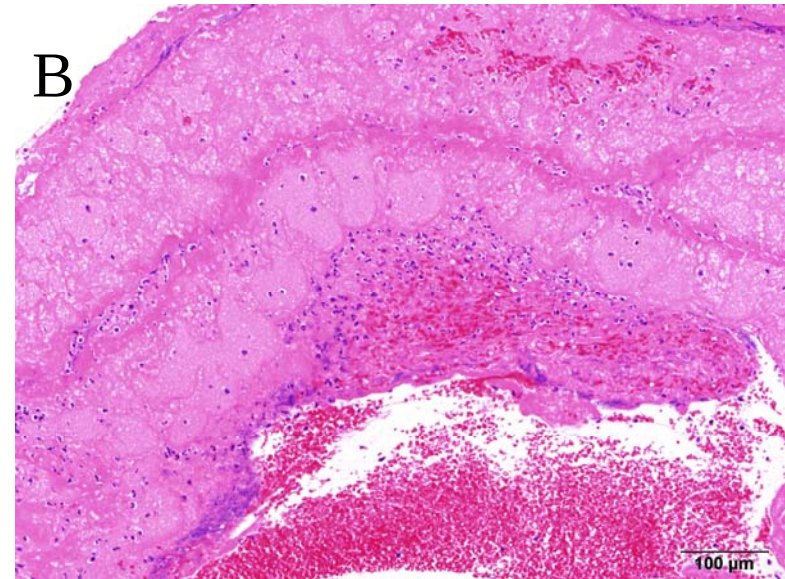


Fig. 4

HE staining



Low-power field 2 ×



High-power field 10 ×

Fig. 5