

原著

椎骨動脈解離に対する紡錘状拡張部に塞栓範囲を絞った internal trapping 術

Targeted internal trapping to dilated portion for ruptured vertebral artery
dissection

田代亮介 吉田昌弘

大崎市民病院 脳神経外科

連絡先:

田代亮介 (大崎市民病院 脳神経外科)

住所: 宮城県大崎市古川穂波 3 丁目 8 番 1 号

TEL: 0229-23-3311

FAX: 0229-23-5380

E-mail: tashiro0329@gmail.com

Key words: ruptured vertebral artery dissection, internal trapping, double catheter technique, medullary infarction

本論文を、日本脳神経血管内治療学会 機関紙 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。

要旨

【はじめに】破裂椎骨動脈解離の internal trapping 術では延髄梗塞による重篤な合併症が予後規定因子である。【対象と方法】2004 年から 2017 年に internal trapping 術を施行した破裂椎骨動脈解離 15 例を対象とした。紡錘状拡張部のみを tight packing し、その前後の狭窄部や正常と思われる部分は塞栓しなかった。延髄梗塞の頻度及び範囲、神経学的後遺症、転帰、塞栓範囲を後方視的に解析した。【結果】全例で手技に成功し術中合併症はなかった。2 例では両側アプローチによるダブルカテーテル法による塞栓を行った。術後の延髄梗塞を 2 例に認めたが、いずれも dorsolateral type の小梗塞巣であった。重篤な症状を後遺した例はなく、フォローアップ期間中の再出血も認められなかった。【考察】塞栓範囲を病的拡張部に絞った internal trapping 術により、確実な再出血予防と延髄梗塞低減を両立できる可能性が示唆された。分枝の温存、短いセグメントでの tight packing が肝要であり、両側アプローチによるダブルカテーテル法は有力なオプションとなり得る。

はじめに

破裂椎骨動脈解離は再破裂率が高く、再破裂をきたした場合の死亡率は高率と報告されている[1]。再破裂は発症後 24 時間以内に多く、可及的速やかに再

発予防を図る必要がある[2]。開頭手術では下位脳神経障害や延髄梗塞を高頻度に生ずるため、破裂椎骨動脈解離に対する治療は血管内手術が主流である。

Flow-diverting stent を含めステントを用いた治療が近年報告されているものの[3-4]、その有用性は確立しておらず破裂椎骨動脈解離に対する血管内手術の第一選択は現在も internal trapping である[5-6]。しかしながら、internal trapping では穿通枝閉塞による延髄梗塞を高頻度に生ずるとも報告されている[7-8]。延髄梗塞は嚥下障害や誤嚥性肺炎をきたす危険性があり最大の予後規定因子とみなされている[7]。延髄梗塞を回避することが internal trapping の治療成績向上に不可欠と考えられる。病的拡張部のみならず、その前後の狭窄部位を含めて閉塞するような長い範囲の塞栓を行った場合はより延髄梗塞を生じやすくなる可能性がある[8]。一方、剖検例を用いた検討では、最拡張部位に出血点が存在すると報告されており[9-10]、破裂椎骨動脈解離の再出血予防の観点からは紡錘状拡張部位のみの塞栓で十分であると考えられる。そのため我々は、椎骨動脈から分岐する穿通枝の閉塞による延髄梗塞のリスクを減ずる目的で紡錘状拡張部のみの internal trapping を行う方針で治療してきた。その治療成績を報告するとともに確実に紡錘状拡張部位のみを塞栓する方法を考察する。

対象と方法

患者背景

2004年6月から2017年3月までに血管内治療を行った破裂椎骨動脈解離の症例をデータベースから抽出した。脳血管撮影で pearl and string、fusiform dilation、aneurysmal dilation の所見を認め破裂椎骨動脈解離によるくも膜下出血の診断に至った症例のうち、病変が椎骨動脈に局限していて internal trapping 術を施行した15症例を対象とし、後方視的に神経放射線学的所見及び臨床所見、転帰を解析した。

放射線学的所見の評価

脳血管撮影装置は2014年までは Integris Allura (Phillips Medical Systems, the Netherlands) を使用し、それ以降は Infinix Celeve-I (Toshiba Medical Systems, Tochigi, Japan) を使用した。脳血管撮影により解離部位の形状及び範囲、後下小脳動脈 (posterior inferior cerebellar artery: PICA) との位置関係の評価した。また、椎骨動脈及び PICA の優位側、前脊髄動脈 (anterior spinal artery: ASA) の起始部も併せて評価した。塞栓範囲はコイル塊の全長を Extravision R 8.1

(Phillips Medical Systems, the Netherlands)及び Zio Station (Ziosoft, Tokyo, Japan) で測定した。MRI は Achieva 1.5TA-series (Phillips Medical Systems, the Netherlands)により、拡散強調画像及び T2 強調画像、MRA を術翌日に撮影した。拡散強調画像で高信号を呈する領域を虚血巣と判定した。Bassetti (1997), Kameda (2004), Vuilleumier (1995)で記述されている延髄梗塞パターンをもとに [11-13]、延髄梗塞部位を dorsolateral type, hemimedullary type, large inferodorsolateral type, paramedian type, dorsal type に分類した。退院後は 6 か月毎または 1 年毎に 1.5T-MRI 及び MRA を撮影し、塞栓部位の再開通の有無を評価した。

血管内治療

発症早期に再破裂予防処置を行うことを原則とした。全例で全身麻酔下に血管内治療を施行した。右大腿動脈に 6Fr シースを留置し、ガイディングカテーテルを病変側の椎骨動脈へ誘導のうえ、マイクロカテーテルを紡錘状拡張部へ誘導した。Pearl and string を呈する症例では、狭窄部位にはコイルは留置せず、紡錘状拡張部位のみにコイルを留置した。紡錘状拡張部位をカバーするような

frame を作り、その内部を tight packing した。PICA が拡張部位に近接しているような例ではコイル塞栓の位置決めを厳密に行う必要があるため、対側 VA から脳底動脈合流部を経由して解離部遠位端へもマイクロカテーテルを誘導してダブルカテーテル法による塞栓を行った。

術後管理および転帰の評価

術後は、術翌日まで気道確保及び全身麻酔を継続した。術翌日に全身麻酔から覚醒させ神経学的異常所見の有無を評価し、MRI にて延髄梗塞を含めた虚血病変の有無、およびその範囲を評価した。延髄梗塞及び Wallenberg 症候群が否定的と判断したうえで抜管した。観察期間終了時の神経学的所見と modified Rankin scale (mRS) で転帰を評価した。

結果

対象患者の年齢は 34-66 (平均 52.2) 歳で、男性 8 例、女性 7 例であった。来

院時 Hunt & Kosnik 分類は、grade 1 が 1 例、grade 2 が 3 例、grade 3 が 3 例、grade 4 が 5 例、grade 5 が 3 例であった (Table 1)。椎骨動脈解離の病変側は右 10 例、左 5 例で、病変側が椎骨動脈の優位側であるのは 3 例、非優位側であるのは 12 例であった。解離部位と PICA の位置関係は proximal to PICA type が 1 例 (6.7%)、distal to PICA type が 11 例 (73.3%)、PICA-involved type が 1 例 (6.7%)、absence of PICA type が 2 例 (13.3%) であった。脳血管撮影上の椎骨動脈解離部の形状は 8 例 (53.3%) が pearl and string を、2 例 (13.3%) が fusiform dilation を、5 例 (33.3%) が aneurysmal dilation を呈していた (Table 1)。全例で ASA 起始部を同定することができた。ASA 起始部は右椎骨動脈 7 例、左椎骨動脈 8 例で、病変側椎骨動脈から分岐していたものが 6 例、対側椎骨動脈が 9 例であった。ASA が病変側椎骨動脈より起始する症例では、病的拡張部の近位から ASA が分岐していたものが 2 例、病的拡張部の遠位から分岐していたものが 4 例であった。

血管内治療を発症当日に行ったものが 11 例で、発症翌日以降に行ったものが 4 例であった。全例で紡錘状拡張部位の完全閉塞に成功した。2 例では両側アブ

ローチによるダブルカテーテル法で塞栓を行った。また、PICA-involved type の 1 例は PICA-AICA 共通幹であり、PICA の温存が必須と考えられたので、急性期の再出血予防を目的として、PICA を含む紡錘状拡張部位の最近位部は温存するかたちで、それより遠位の拡張部位のみを閉塞した。術中破裂や遠位部塞栓、PICA 閉塞等の術中合併症をきたした症例は認めなかった。平均追跡期間 63 ヶ月 (6-132 ヶ月)に、再出血をきたした症例は認めなかった。

術後 MRI で延髄梗塞を認めたものは 2 例 (15.3%) であった。いずれも distal to PICA type で発生し、proximal to PICA type, PICA-involved type, absence of PICA type では延髄梗塞は認めなかった (Table 2)。延髄梗塞はいずれも dorsolateral type の小梗塞巣であり、hemimedullary type や large inferodorsolateral type の大梗塞をきたした症例はなかった (Table 3)。

延髄梗塞をきたした 2 例は、いずれも急性期は典型的な Wallenberg 症候群の症候を呈したが、1 例で軽度の嚥下障害が残存したものの、重度の嚥下障害や四肢麻痺などの重篤な神経症状を後遺した症例は認めなかった (Table 4)。観察期間中の最終 mRS は 0-2 が 11 例 (73%)、3-4 が 2 例 (13.3%)、5 が 0 例 (0%)、6 が 2 例 (13.3%)であった (Table 4)。死亡した 2 例はいずれも、来院時に認め

た一次脳損傷および頭蓋内圧亢進がその原因であった。

代表症例

53 歳女性。喫煙習慣以外に特記すべき既往歴はない。突然の激しい後頭部痛と、それに続く意識消失にて発症した。来院時、GCS 14 (E4V4M6)で、明らかな神経脱落所見は認めなかった。CT では、延髄前面を中心に後頭蓋窩に厚い膜下出血を認めた (Fig.1A)。脳血管撮影では、右椎骨動脈の PICA 分岐部遠位部から約 15 mm にわたって fusiform dilation を呈する右椎骨動脈解離を認めた (Fig.1B)。前脊髄動脈は解離部の遠位側から分岐していた。全身麻酔導入のうえ、直ちに血管内治療を行った。両側大腿動脈に 6Fr シースを留置し、6Fr ガイディングカテーテルを両側椎骨動脈へ誘導した。2本のマイクロカテーテルを、それぞれ順行性および逆行性に紡錘状拡張部位へ留置した。まず右椎骨動脈経由で留置したマイクロカテーテルより、Target 360 ULTRA 4mm x 15cm (Stryker, Kalmanzoo, MI, USA)を病的拡張部の近位側をカバーするように framing coil として留置した。その後、Target Helical ULTRA 3mm x 8cm,

TARGET Helical ULTRA 2.5mm x 4cm を内部に塞栓した。この時点で左椎骨動脈撮影を行い、逆行性に塞栓部位が造影されないことを確認した(Fig.1C)。次いで、左椎骨動脈経路で留置したマイクロカテーテルより病的拡張部の遠位側をカバーするように Target 360 ULTRA 4mm x 8cm を framing coil として留置した。解離部位の遠位端より前脊髄動脈が起始していたので、前脊髄動脈起始部を温存するようにコイルを留置した。続いて、内部に Target 360 NANO 3mm x 6cm, TARGET 360 NANO 2.5mm x 4cm, Target 360 NANO 2.5mm x 4cm を留置した。右及び左椎骨動脈撮影を行い、順行性及び逆行性に塞栓部位の完全閉塞と右 PICA 及び前脊髄動脈の温存を確認した(Fig.1D-E)。術翌日に撮影したMRI で延髄梗塞のないことを確認した。発症 40 日後に神経学的脱落所見なく自宅退院した。退院後は 6 か月に一度外来へ通院し、MRI によるフォローアップを行っており、術後 1 年間再出血及び再開通をきたすことなく経過している。

考察

破裂椎骨動脈解離に対する治療には血管内手術と開頭手術がある。開頭手術では下位脳神経障害をきたすことがあるため、より早期に低侵襲で破裂

予防が可能である血管内手術が破裂椎骨動脈解離に対する現在外科治療の主流になっている。Flow-diverting stent を含めたステントを用いた治療が近年報告されており [3-6]、母血管の血流を維持して再出血を予防できる治療法として注目されている。しかしながら、破裂椎骨動脈解離に対するステントを使用した治療の評価は未だ定まっておらず[3-6]、現時点での血管内治療の第一選択は internal trapping と考えられる。

一方で、血管内治療では穿通枝閉塞に起因する延髄梗塞を高率にきたすと報告されている[7-8]。Endo は hemimedullary type や large inferodorsolateral type の大梗塞を 32%で認め、それによる重篤な嚥下障害や誤嚥性肺炎、高度の意識障害を 30%に認めたと報告している[7]。また、治療後に mRS 0-2 の自立生活可能なレベルに回復した症例は 55-60%とも報告されている[7-8]。

internal trapping の治療成績向上のためには穿通枝閉塞による延髄梗塞を最小限にとどめることが不可欠であると考えられる。本シリーズでは hemimedullary type や large inferodorsolateral type 等の大梗塞を生じた症例は認めず、延髄梗塞をきたした症例もすべて dorsolateral type の小梗塞に留まったことにより (Table 3)、四肢麻痺や重篤な嚥下障害に起因する誤嚥性肺炎を呈した症例を認

めなかった (Table4)。さらに、absence of PICA type では椎骨動脈から分岐する穿通枝がより多く存在し、internal trapping により延髄梗塞をきたすリスクが高いとされているが (Table 2)、本シリーズでは absence of PICA type の 2 例においても延髄梗塞は認められなかった (Table 2)。PICA の分岐様態に関わらず、病的拡張部のみを塞栓する治療方針が穿通枝閉塞による延髄梗塞の軽減に有効である可能性が示唆された。

internal trapping においては順行性血流のみならず[14-15]、逆行性血流による再開通もありうるので[16]、病的拡張部のみをコンパクトかつ密に塞栓する必要がある。術中破裂を予防して tight packing を得るためには、拡張部位の径と同等の大きさのコイルでフレームを作成し、その内部を小さいコイルで密に充填した。さらに、よりコンパクトな tight packing を得るために、PICA や ASA 等の分枝の確実な温存を要求される症例では対側椎骨動脈経由でも 1 本マイクロカテーテルを誘導するダブルカテーテル法を行った。代表症例に示したように、病側椎骨動脈経由で誘導したマイクロカテーテルから導入した flaming coil の内部に対側から誘導したカテーテルから小さなコイルを送り込んで充填することにより、厳密な位置決めを行ったうえで重要血管を温存す

るとともに病的拡張部位の tight packing を得ることが可能であった。さらに、逆行性血流の完全消失を得るためにも有用なオプションでと考えられた。

本研究は単施設での後方視的研究で症例数も少ないため、今後さらに症例を重ね、本治療法の有用性を検証する必要がある。。

結語

塞栓範囲を拡張部位に絞った internal trapping により、再出血予防と術後の延髄梗塞の軽減を達成しうる可能性がある。分枝の温存、短いセグメントでの tight packing が肝要であり、両側アプローチによるダブルカテーテル法は有力なオプションとなり得る。

利益相反開示

筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

Reference

- 1) Arnold M, Bousser MG, Fahrni G, et al. Vertebral artery dissection: presenting findings and predictors of outcome. *Stroke* 2006; 37: 2499-2503.
- 2) Mizutani T, Aruga T, Kirino T, et al: Recurrent subarachnoid hemorrhage from untreated ruptured vertebrobasilar dissecting aneurysms. *Neurosurgery* 1995; 36: 905-913.
- 3) Ducruet AF, Crowley RW, Albuquerque FC, et al. Reconstructive endovascular treatment of a ruptured vertebral artery dissecting aneurysm using Pipeline embolization device. *J Neurointerv Surg* 2013; 5: e20.
- 4) Sonmez O, Brinjikji W, Murad MH, et al. Deconstructive and Reconstructive techniques in treatment of vertebrobasilar dissecting aneurysms: A systemic review and meta-analysis. *Am J Neuroradiol* 2015; 36: 1293-8.
- 5) Nam KH, Ko JK, Cha SH, et al: Endovascular treatment of acute intracranial vertebral artery dissection: long-term follow-up results of internal trapping and reconstructive treatment using coils and stents. *J Neurointervent*

Surg 2015; 7: 829-834.

- 6) Fang YB, Zhao KJ, Wu YN, et al: Treatment of ruptured vertebral artery dissecting aneurysms distal to the posterior inferior cerebellar artery: stenting or trapping? *Cardiovasc Intervent Radiol* 2015; 38: 592-599.
- 7) Endo H, Matsumoto Y, Kondo R, et al. Medullary infarction as a poor prognostic factor after internal coil trapping of a ruptured vertebral artery dissection. *J Neurosurg* 2013; 118: 131-139.
- 8) Ikeda H, Imamura H, Mineharu Y, et al. Effect of coil packing proximal to the dilated segment on postoperative medullary infarction and prognosis following internal trapping for ruptured vertebral artery dissection. *Interv Neuroradiol* 2016; 22: 67-75.
- 9) Sasaki O, Ogawa H, Koike T, et al. A clinicopathological study of dissecting aneurysms of the intracranial vertebral artery. *J Neurosurg* 1991; 75: 874-882.
- 10) Mizutani T, Kojima H, Asamoto S, et al: Pathological mechanism and three-dimensional structure of cerebral dissecting aneurysms. *J Neurosurg*

2001; 94; 712-717.

- 11) Bassetti C, Bogousslavsky J, Mattle H, et al. Medial medullary stroke: report of seven patients and review of the literature. *Neurology* 1997; 48: 882-890.
- 12) Kameda W, Kawanami T, Kurita K, et al. Lateral and medial medullary infarction: a comparative analysis of 214 patients. *Stroke* 2004; 35: 694-699.
- 13) Vuillmemier P, Bogousslavsky J, Regli F. Infarction of the lower brainstem. Clinical, aetiological and MRI-topographical correlations. *Brain* 1995; 118: 1013-1025.
- 14) Sawada M, Kaku Y, Yoshimura S et al. Antegrade recanalization of a completely embolized vertebral artery after endovascular treatment of a ruptured intracranial dissecting aneurysm. Report of two cases. *J Neurosurg* 2005; 102: 161-166.
- 15) Baik SK, Kim YS, Lee HJ, et al. Antegrade recanalization of parent artery in internal trapping of vertebral artery dissecting aneurysm: a case report. *Surg Neurol* 2007; 68: 108-111.

- 16) Sugi K, Tokunaga K, Ono S, et al. Rebleeding from a vertebral artery dissecting aneurysm after endovascular internal trapping: adverse effect of intrathecal urokinase injection or incomplete occlusion? Case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2009; 49: 597-600

Figure legends

Figure 1

A: Preoperative CT showing subarachnoid hemorrhage mainly distributed in posterior cranial fossa.

B: A-P view of the right vertebral angiography showing fusiform dilation distal to the posterior inferior cerebellar artery.

C: Intraoperative right vertebral angiography showing coils deployed to the proximal part of the dilatation just distal to the posterior inferior cerebellar artery.

D: Intraoperative right vertebral angiography showing coil mass deployed into the whole segment of the fusiform dilatation.

E: Postoperative left vertebral angiography showing complete obliteration of the right vertebral artery including the fusiform dilatation.

F: Post-operative radiograph showing the coil mass in the entire segment of the fusiform dilatation.

G: Postoperative diffusion weighted imaging of MRI showing small ischemic lesions in the right cerebellar hemisphere, but no ischemic lesion in the medulla oblongata.