

原著論文:

破裂性椎骨動脈解離に対する治療戦略 -PICA との位置関係を中心に-

茂木陽介^{1,2)} 新見康成¹⁾ 井上龍也^{1,2)} 佐藤慎祐^{1,2)} 栗本健太郎²⁾
島 彰吾²⁾ 岡田芳和²⁾

1) 聖路加国際病院神経血管内治療科

2) 聖路加国際病院脳神経外科

筆頭著者連絡先:

茂木 陽介

聖路加国際病院神経血管内治療科

東京都中央区明石町 9-1

電話番号: 03-3541-5151(内線 77-061)

FAX: 03-3541-1627

E-mail: yomoteki@luke.ac.jp

キーワード:

椎骨動脈解離 くも膜下出血 血管内治療 後下小脳動脈

『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いたします。』

1 要旨

2 【目的】破裂性椎骨動脈解離に対する血管内治療に関して、後下小脳動
3 脈(PICA)との位置関係による治療方針の違いおよびその効果について検
4 討した。【方法】2007年1月から2015年7月に当院で治療した破裂性椎
5 骨動脈解離症例を4群に分類。involving the PICA origin 群は近位母血管
6 閉塞、それ以外は解離全体を含めた母血管閉塞を基本とし、術後経過な
7 どを後方視的に検討した。【結果】involving the PICA origin 群7例、PICA
8 distal 群10例、non-PICA 群2例、PICA proximal 群はいなかった。Involving
9 the PICA origin 群では再出血は1例のみ生じたが、全例で発症3ヶ月後の
10 modified Rankin Scale は2以下だった。PICA distal 群は6例、non-PICA
11 群は2例で脳梗塞が生じ、PICA distal 群では延髄梗塞が1例のみであっ
12 たのに対し、non-PICA 群では2例とも延髄梗塞であった。【結論】Involving
13 the PICA origin 群での近位母血管閉塞後は解離部分への血流評価が必要
14 である。また、短区域で塞栓を行うことでPICA distal type では延髄梗塞
15 の合併を予防することができるが、non-PICA type では延髄梗塞の合併率
16 が高く、いかに穿通枝障害を避けるかが今後の課題である。

17

18

1 緒言

2 近年、破裂性椎骨動脈解離に対する治療として、その侵襲性の低さから
3 血管内治療が広く普及している¹⁻⁷⁾。治療方法として、ステント併用下の
4 コイル塞栓術や flow diverter stent 留置術の有効性を示した報告も散見さ
5 れるが⁸⁻¹⁰⁾、特に破裂急性期においては母血管閉塞が安全かつ効果的な
6 治療法である^{11),12)}。しかし、母血管閉塞では後下小脳動脈(PICA)領域お
7 よび椎骨動脈穿通枝領域への脳梗塞が生じやすく、予後に大きな影響を
8 与える合併症となるため、治療戦略を決定する上で病変と PICA との位置
9 関係を把握することは極めて重要であり、再出血を予防しつつ虚血性合
10 併症を回避するために、術前の血管撮影所見などに基づいて塞栓範囲を
11 柔軟に決定する必要がある。

12 今回、当院で治療を行った破裂性椎骨動脈解離の治療戦略について、特
13 に PICA との位置関係を中心に後方視的に検討を加えたため、報告する。

14

15 方法・対象

16 2007年1月から2015年7月に当院で加療を行った破裂性椎骨動脈解離症
17 例を病変部と PICA との位置関係から4群に分類し、後方視に検討を行っ
18 た。それぞれに対する治療は原則として以下に示す当院での方針に基づ
19 いて行われたが、使用機材等の細かい戦略については個々の術者の裁量
20 で決定した。患者背景、術後経過などについては著者らが医療記録に基
21 づいて評価した。

22 血管内治療:

23 1) Involving the PICA origin type

24 治療側の PICA への血流を対側椎骨動脈からの血流で維持する必要があ

1 るため、当院では PICA 近位側での母血管閉塞を基本治療としている。手
2 順として、手技中の遠位塞栓を避けるため、アクセスに問題がなければ
3 バルーン付きガイディングカテーテルを使用し、順行性血流を遮断後、
4 PICA 起始部直前から塞栓を開始する。塞栓を行う範囲として、必ずエン
5 トリー部分を十分に超えた近位側まで塞栓を行う。また、遠位塞栓防止
6 のため、塞栓中には血管撮影は行わない。

7 2) PICA distal type

8 解離部分全体を含めた母血管閉塞を基本とするが、前脊髄動脈や穿通枝
9 への血流を可能な限り温存しつつ、再破裂のリスクを軽減する必要があ
10 るため、塞栓開始前に血管撮影の読影を詳細に行い、short segment での
11 塞栓術を心がける。加えて、塞栓中に PICA 領域が虚血に陥るのを防ぐた
12 め、バルーン付きガイディングカテーテルは原則として使用しない。

13 3) PICA proximal type

14 PICA proximal type では PICA および穿通枝の血流障害は起こりにくいた
15 め、解離部分全体を含めた母血管閉塞を行うことを原則としている。

16 4) Non-PICA type

17 Non-PICA type については、通常、同側 PICA 領域の血流は同側前下小脳
18 動脈(AICA)や対側 PICA などにより補われるため、この部位が虚血に陥
19 ることは少ない。一方、non-PICA type では穿通枝が多くなる傾向がある
20 ことが報告されており¹³⁾、原則として PICA distal type に準じて可能な限
21 り short segment で塞栓術を行う。

22

23 結果

24 対象症例は 20 例で、involving the PICA origin type は 8 例、PICA distal type

1 は 10 例、non-PICA type は 2 例であり、PICA proximal type はいなかった。
2 そのうち、involving the PICA origin type の 1 例は破裂部位のみを塞栓し、
3 母血管閉塞は行わなかったため、今回の検討からは除外した。
4 各群における患者背景に大きな差はみられなかった(Tabel 1)。各群におけ
5 る術中所見、臨床経過では治療関連領域への脳梗塞が PICA distal type で
6 は 10 例中 6 例、non-PICA type では 2 例中 2 例で生じ、involving the PICA
7 origin type よりも多い傾向があった(Table 2,3)。
8 Involving the PICA origin 群における各症例の臨床経過を Table 2 に示す。
9 再出血および治療関連領域への脳梗塞はそれぞれ 1 例のみに生じたが、
10 全例で発症 3 ヶ月後の mRS は 1 もしくは 2 であり、転帰は良好であった。
11 PICA distal 群および non-PICA 群における各症例の臨床経過を Table 3 に
12 示す。いずれも治療後の再出血は認めなかったが、PICA distal 群では治
13 療関連領域での脳梗塞が 6 例で生じ、そのうち 1 例のみが延髄梗塞であ
14 った。術前の脳血管撮影で前脊髄動脈の同側起始および解離遠位端から
15 union までの距離と脳梗塞発症の関連を検討したが、明らかな関連性はな
16 かった。また、union と PICA の距離と脳梗塞にも明らかな関連性は認め
17 なかった。一方、non-PICA 群では 2 症例とも延髄梗塞が生じ(Fig. 1)、い
18 ずれの症例も解離の長さは 10mm 前後で、解離遠位端から union までの距
19 離が短く、8mm 以下であった。また、non-PICA type では 3 ヶ月後の
20 modified Rankin Scale (mRS)が 2 症例とも 3 以上であった(Table 3)。
21
22 Involving the PICA origin type 群における再出血例、PICA distal type 群に
23 おける union からの距離が 1.5mm と最短であった症例を各群の代表症例
24 として提示する。

1 1) Involving the PICA origin type, case 6
2 53 歳、男性。突然の後頭部痛で発症。その後、嘔吐、意識障害が出現し、
3 当院へ救急搬送。来院時、意識 GCS E4V2M4、明らかな麻痺は認めず、
4 頭部 CT および 3D-CTA で後頭蓋窩優位なくも膜下出血と右椎骨動脈解離
5 を認めたため、WFNS 分類 grade IV、Fisher 分類 group 3 のくも膜下出血
6 と診断した(Fig. 2A)。
7 同日、血管内治療を施行。8Fr Optimo 90cm(東海メディカルプロダクツ、
8 愛知)を右椎骨動脈へ誘導し、血管撮影を行ったところ、解離部分の中央
9 付近から PICA が起始していた(Fig. 2B)。Headway17 150cm(テルモ、東京)
10 と Excelsior SL-10 150cm(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)をそれぞれ解離部
11 分へ誘導し、ダブルカテーテルテクニックで塞栓術を開始。12 個のコイル
12 を留置後(Fig. 2C)、確認の血管撮影を行い、同側椎骨動脈からの血流
13 が消失していることを確認した(Fig. 2D)。
14 術後経過は概ね良好であったが、第 14 病日に意識障害が出現し、頭部
15 CT で少量の再出血所見を認めたため(Fig. 2E)、同日血管撮影を施行。左
16 椎骨動脈撮影を行ったところ、わずかに解離残存部分が描出されたため
17 (Fig. 2F)、逆行性血流による再破裂と判断し、左椎骨動脈側から追加塞栓
18 を行うこととした。しかし、この時点で右 PICA は描出されず、左椎骨動
19 脈からの逆行性血流以外の側副血行が関与している可能性があった。
20 6Fr FUBUKI 100cm(朝日インテック、愛知)を左椎骨動脈に誘導。椎骨動
21 脈合流部の分岐角度が強く、ワイヤーガイドカテーテルの誘導は困難と
22 思われたため、Marathon(eV3, Covidien, Irvine, CA, USA)を用い、
23 Traxcess14 200cm(テルモ、東京)とともに脳底動脈先端部でシモンズ型に
24 形成し、引き戻しながらカテーテル先端を解離部分へ誘導。ED coil(カネ

1 カメディックス, 大阪)を 5 個使用して右 PICA 起始部を含めて追加塞栓
2 を行い(Fig. 2G)、残存部分の描出が消失していることを確認して手技を
3 終了した(Fig. 2H)。
4 その後、確認のため、右椎骨動脈撮影を施行したところ、硬膜内の椎骨
5 動脈から lateral spinal artery を介して右 PICA が描出されており、解離残
6 存部分もわずかに描出されたが(Fig. 2I)、すでに血流は停滞していたため、
7 追加塞栓は行わずに経過観察とし、水頭症に対して脳室腹腔シャント術
8 を施行後、リハビリテーション病院へ転院。治療 3 ヶ月後に再度血管撮
9 影を施行し、両側椎骨動脈撮影で解離部分が描出されないこと、右 PICA
10 は lateral spinal artery を介して描出されていることを確認(Fig. 2J)。治療
11 3 ヶ月後の mRS は 2、6 ヶ月後は 1 まで改善し、現在外来通院中である。

12 2) PICA distal type, case 10

13 50 歳、女性。突然の後頭部痛を自覚し、当院へ救急搬送。来院時、意識
14 GCS E4V5M6、神経学的異常所見は認めず、頭部 CT、3D-CTA で後頭蓋
15 窩優位のくも膜下出血と左椎骨動脈解離を認め、WFNS 分類 grade I、
16 Fisher 分類 group 3 のくも膜下出血と診断した(Fig. 3A)。
17 同日、血管内治療を施行。解離部分は PICA の遠位に存在し、解離遠位端
18 と union の距離は 1.5mm であった(Fig. 3B)。前脊髄動脈は右椎骨動脈よ
19 り起始していた。8Fr Optimo 90cm(東海メディカルプロダクツ, 愛知)を左
20 椎骨動脈に誘導し、Headway17 150cm(テルモ, 東京)と Excelsior SL-10
21 150cm(Stryker, Kalamazoo, MI, USA)を解離部分に誘導。解離部分全体を
22 密に塞栓するように適宜コイルを追加し、計 12 個のコイルを使用。血管
23 撮影で解離部分の血流が消失していることを確認し、手技を終了した(Fig.
24 3C)。

1 術後 1 週間で撮影した MRI で左小脳扁桃に小さな急性期梗塞の所見を認
2 めたが (Fig. 3D)、神経学的異常所見は見られず、術後 3 週間で mRS 1 で
3 自宅退院。現在、外来で内服加療を行っている。

4

5 考察

6 1) Involving the PICA origin type に対する治療法

7 破裂椎骨動脈解離の急性期における血管内治療として、①近位側母血管
8 閉塞、②動脈瘤を含めた母血管閉塞、③動脈瘤を含めた母血管閉塞+バイ
9 パス術、④ステント併用コイル塞栓術、⑤Flow diverter stent の 5 種類が
10 考えられる^{9),10),14)}。これらの治療法のうち、破裂リスクの軽減からは②
11 ③、母血管の血流確保からは④⑤、PICA への血流確保からは①③④⑤、
12 手技の簡便さからは①がそれぞれ他の治療法よりも優れている。

13 近位側母血管閉塞のみを行った場合の再出血のリスクに対する報告は
14 様々であり^{12),14),15)}、Yasui らは自験例と過去の文献から、再出血をきた
15 した症例において、9 例中 5 例 (55.6%) が死亡に至ったと報告している¹⁵⁾。
16 一方、Nonaka らの 8 例の近位母血管閉塞例では、再出血はきたさなかつ
17 たとしており¹²⁾、渉猟し得た限り、その頻度についての明確な報告はな
18 い。今回の報告では 7 例中 1 例 (14.3%) のみ再出血を認めたが、転帰に大
19 きな影響は与えなかった。従来報告では対側椎骨動脈からの逆行性血
20 流が再出血の原因とされており、前出の我々の症例についても逆行性血
21 流が原因であった可能性は否定できないが、再治療を行った際に左椎骨
22 動脈撮影で右 PICA が描出されなかったことから、側副血行発達による順
23 行性血流の方が逆行性血流よりも優位であった可能性が示唆され、こち
24 らが再出血の原因であったと我々は考えている。

1 Lasjaunias らによると、lateral spinal artery は intradural intersegmental
2 anastomosis にあたり、AICA、PICA、頸髄の segmental artery を潜在的に
3 吻合しており、血管の遺残の仕方により、AICA-PICA、C1-PICA、C2-PICA
4 などの normal variation が生じる¹⁶⁾。そのため、我々の再出血症例のよう
5 に治療前もしくは治療直後の血管撮影で明らかな吻合が描出されてい
6 なくても、母血管閉塞後の血流変化に伴い、術後ある程度時間が経過した
7 時点から lateral spinal artery を介した潜在的な吻合が明らかになる可能
8 性もある。

9 手技の簡便さと PICA への血流を確保する目的において近位側母血管閉
10 塞は優れた治療法であるが、頭蓋頸椎移行部の各種吻合による解離残存
11 部分への血流再開を考慮し、定期的に塞栓状況を確認する必要がある。
12 従来報告では involving the PICA origin type の再出血は 2 週間以内が多
13 いとされており¹⁷⁾、少なくとも近位側母血管閉塞後 2 週間以内に脳血管
14 撮影を行い、必要に応じて血管内および外科的に追加治療を考慮すべき
15 である。血管撮影を行う時期としては、脳血管攣縮による血流への影響
16 と側副血行の発達を考慮し、発症 10~14 日が適しているのではないかと
17 考える。

18

19 2) PICA distal type に対する治療法

20 PICA distal type では病変から椎骨脳底動脈移行部までの距離が短くなる
21 ため、塞栓を行う際には前脊髄動脈を含めた脳幹への穿通枝障害を避け
22 る必要がある。

23 Akar らの 11 体の剖検例の検討によると、ASA は全例で PICA より遠位側
24 で起始し、椎骨脳底動脈移行部からの距離は右側で平均 6.5mm(5-11mm)、

1 左側で 8.5mm(6-17mm)であった。一方、椎骨動脈より起始する脳幹への
2 穿通枝は、椎骨脳底動脈移行部から右側で平均 7.8mm(0-20mm)、左側で
3 平均 7.0mm(1-22mm)の位置に存在していたと報告している¹⁸⁾。当院にお
4 ける PICA distal type では病変の遠位端と椎骨脳底動脈移行部の距離は平
5 均 9.0mm(1.5-12mm)であったが、脳血管撮影で ASA および確認可能であ
6 った脳幹への穿通枝を避けて塞栓を行った結果、他群に比べて関連領域
7 の脳梗塞は多く生じる傾向があったが、予後に影響を与えるような脳梗
8 塞の発症は見られず、特に穿通枝に関連した延髄梗塞は 1 例のみであっ
9 た。

10 Mercier らは 25 の脳検体を調査したところ、半数で延髄前面およびオリ
11 ーブ核の表面に豊富な pial anastomosis を認めたと報告しており¹³⁾、同部
12 位はある程度の虚血耐性を有していると思われるため、術前の血管撮影
13 で前脊髄動脈や大きな穿通枝を同定し、これらを温存することで、予後
14 を規定するような脳梗塞の発症を抑えることが可能と思われる。塞栓を
15 行う際、再出血のリスクを最小限に留めるためには解離部分を含めた母
16 血管閉塞が望ましいが、解離部分に大きな穿通枝を認めた場合は
17 involving the PICA origin type と同様、穿通枝直前より塞栓を開始し、近
18 位母血管閉塞とすることもやむを得ないと考える。

19

20 3)PICA proximal type および non-PICA type に対する治療法

21 今回の検討では PICA proximal type の症例は含まれていなかったが、
22 Mercier らは 25 例、50 本の椎骨動脈を調査し、50 本中 48 本で椎骨動脈
23 の硬膜貫通部から PICA 起始部の間に脳幹部への穿通枝は存在しなかつ
24 たと報告しており¹³⁾、他の type と比較し、PICA proximal type における

1 塞栓においては穿通枝障害の可能性は低いことが推測される。一方、Ikeda
2 らは塞栓範囲が近位側に及ぶほど、延髄梗塞を起こしやすいと報告して
3 おり¹⁹⁾、PICA proximal type においても解離部分全体を含めた可能な限り
4 短区域での母血管閉塞が最も適切な治療と思われる。
5 Non-PICA type に関して、Mercier らは AICA-PICA type もしくは C1-PICA
6 type の症例において、PICA から延髄への穿通枝が生じることはなく、全
7 例で硬膜内椎骨動脈から延髄への穿通枝が起始し、平均で 2.6 本存在し
8 たと報告している¹³⁾。non-PICA type では PICA が硬膜内椎骨動脈から起
9 始しないことで、PICA 起始の穿通枝からの延髄への血流は期待できず、
10 加えて椎骨動脈からの穿通枝起始部の予測が難しくなるため、延髄梗塞
11 のリスクが高くなる可能性があり、実際に我々の症例では可能な限り短
12 区域での塞栓を行ったにも関わらず、non-PICA type は 2 症例とも術後に
13 延髄梗塞を生じた。そのため、non-PICA type においていかに穿通枝障害
14 を避けるかが今後の課題であると考える。

15 結語

16 Involving the PICA origin type における近位母血管閉塞の有用性が示唆さ
17 れたが、解離部分への血流再開の可能性があるため、頻回の画像フォロ
18 ーが必要である。また、穿通枝を避けて可能な限り短区域で塞栓を行う
19 ことにより、PICA distal type では延髄梗塞の合併を予防することができ
20 るが、non-PICA type では依然として延髄梗塞の合併率が高く、いかに穿
21 通枝障害を避けるかが今後の課題である。

22

23 『本論文に関して開示すべき利益相反はありません。』

24

1 参考文献

- 2 1. Albuquerque FC, Fiorella DJ, Han PP, et al. Endovascular management
3 of intracranial vertebral artery dissecting aneurysms. *Neurosurg Focus*
4 2005; 18: E3.
- 5 2. Hamada J, Kai Y, Morioka M, et al. Multimodal treatment of ruptured
6 dissecting aneurysms of the vertebral artery during the acute stage. *J*
7 *Neurosurg* 2003; 99: 960-966.
- 8 3. Iihara K, Sakai N, Murao K, et al. Dissecting aneurysms of the
9 vertebral artery: a management strategy. *J Neurosurg* 2002; 97:
10 259-267.
- 11 4. Lee JM, Kim TS, Joo SP, et al. Endovascular treatment of ruptured
12 dissecting vertebral artery aneurysms--long-term follow-up results,
13 benefits of early embolization, and predictors of outcome. *Acta*
14 *Neurochir (Wien)* 2010; 152: 1455-1465.
- 15 5. Rabinov JD, Hellinger FR, Morris PP, et al. Endovascular management
16 of vertebrobasilar dissecting aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003;
17 24: 1421-1428.
- 18 6. Sugi K, Tokunaga K, Watanabe K, et al. Emergent endovascular
19 treatment of ruptured vertebral artery dissecting aneurysms.
20 *Neuroradiology* 2005; 47: 158-164.
- 21 7. Satow T, Ishii D, Iihara K, et al. Endovascular Treatment for Ruptured
22 Vertebral Artery Dissecting Aneurysms: Results from Japanese Registry
23 of Neuroendovascular Therapy (JR-NET) 1 and 2. *Neurol Med Chir*
24 *(Tokyo)* 2014; 54: 98-106.

- 1 8. Kim MJ, Chung J, Kim SL, et al. Stenting from the vertebral artery to
2 the posterior inferior cerebellar artery. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012;
3 33: 348-352.
- 4 9. Sadato A, Maeda S, Hayakawa M, et al. Endovascular treatment of
5 vertebral artery dissection using stents and coils: its pitfall and
6 technical considerations. *Minim Invasive Neurosurg* 2010; 53: 243-249.
- 7 10. Yeung TW, Lai V, Lau HY, et al. Long-term outcome of endovascular
8 reconstruction with the Pipeline embolization device in the
9 management of unruptured dissecting aneurysms of the intracranial
10 vertebral artery. *J Neurosurg* 2012; 116: 882-887.
- 11 11. Kashiwazaki D, Ushikoshi S, Asano T, et al. Long-term clinical and
12 radiological results of endovascular internal trapping in vertebral
13 artery dissection. *Neuroradiology* 2013; 55: 201-206.
- 14 12. Nonaka S, Oishi H, Suga Y, et al. Endovascular Parent Artery Occlusion
15 of Ruptured Vertebral Artery Dissecting Aneurysms. *JNET* 2012; 6:
16 98-104.
- 17 13. Mercier PH, Brassier G, Fournier HD, et al. Vascular microanatomy of
18 the pontomedullary junction, posterior inferior cerebellar arteries, and
19 the lateral spinal arteries. *Interv Neuroradiol* 2008; 14: 49-58.
- 20 14. Hamasaki O, Ikawa F, Hidaka T, et al. Treatment of Ruptured Vertebral
21 Artery Dissecting Aneurysms. *Interv Neuroradiol* 2014; 20: 304-311.
- 22 15. Yasui T, Komiyama M, Nishikawa M, et al. Subarachnoid hemorrhage
23 from vertebral artery dissecting aneurysms involving the origin of the
24 posteroinferior cerebellar artery: report of two cases and review of the

- 1 literature. *Neurosurgery* 2000; 46: 196-200.
- 2 16. Lasjaunias P, Vallee B, Person H, et al. The lateral spinal artery of the
3 upper cervical spinal cord. Anatomy, normal variations, and
4 angiographic aspects. *J Neurosurg* 1985; 63: 235-241.
- 5 17. Yasui T, Kishi H, Komiyama M, et al. Rerupture mechanism of ruptured
6 intracranial dissecting aneurysm in the vertebral artery following
7 proximal occlusion. *No Shinkei Geka* 2000; 28: 345-349.
- 8 18. Akar ZC, Dujovny M, Gomez-Tortosa E, et al. Microvascular anatomy
9 of the anterior surface of the medulla oblongata and olive. *J Neurosurg*
10 1995; 82: 97-105.
- 11 19. Ikeda H, Imamura H, Minehru Y, et al. Effect of coil packing proximal
12 to the dilated segment on postoperative medullary infarction and
13 prognosis following internal trapping for ruptured vertebral artery
14 dissection. *Interv Neuroradiol* 2016; 22: 67-75.

1 Figure 1
2 Diffusion weighted images of MRI after the endovascular treatment in case 1
3 (A) and case 2 (B) of ruptured vertebral artery dissecting aneurysm without
4 the PICA. Both images show an acute cerebral infarction in the lateral
5 medulla.

6
7 Figure 2
8 CT of the brain at the time of onset and angiographic findings during the
9 endovascular treatment in case 6 of ruptured vertebral artery dissecting
10 aneurysm involving the PICA.

11 A: CT shows thick subarachnoid hemorrhage in the pre pontine cistern.
12 B: Angiography of the right vertebral artery shows the arterial dissection at
13 the intradural portion of the vertebral artery, which involves the PICA origin.
14 C: Parental artery was occluded with coils at just proximal portion of the
15 origin of the PICA.
16 D: Angiography of the right vertebral artery shows occlusion of the vertebral
17 artery without collateral filling into the dissecting aneurysmE: CT shows
18 recurrent subarachnoid hemorrhage in the prepontine cistern.
19 F: Angiography of the left vertebral artery shows a residual dissecting
20 aneurysm supplied via the contralateral collateral (arrow).
21 G: The residual dissecting aneurysm was embolized with coils via
22 contralateral vertebral artery.
23 H: Angiography of the left vertebral artery immediately after embolization
24 shows disappearance of the dissecting aneurysm.

1 I: Angiography of the right vertebral artery shows a new collateral flow from
2 the proximal portion of the vertebral artery to the PICA via the lateral spinal
3 artery (arrows). Note contrast filling in a small residual part of the dissecting
4 aneurysm retrogradely via the collateral flow (arrow head).

5 J: Follow-up angiography of the right vertebral artery three months after
6 retreatment shows complete occlusion of the dissecting aneurysm with good
7 collateral flow to the PICA.

8

9 Figure 3

10 CT of the brain at the time of onset and angiographic findings during the
11 endovascular treatment in case 10 of ruptured vertebral artery dissecting
12 aneurysm distal to the PICA.

13 A: CT shows thick subarachnoid hemorrhage in the pre pontine cistern.

14 B: Angiography of the left vertebral artery shows the vertebral arterial
15 dissection distal to the PICA. The anterior spinal artery originates from the
16 contralateral vertebral artery (arrow).

17 C: Parental artery occlusion was performed by packing coils at the diseased
18 segment.

19 D: Diffusion weighted image of MRI shows an acute cerebral infarction in the
20 left vermis.

Table 1 Comparison of clinical backgrounds and surgical outcomes between three groups

	Involving the PICA origin (n=7)	PICA distal (n=10)	non PICA (n=2)	p value
Age	47.1 (40-56)	46.6 (36-58)	47.0 (46-48)	0.438
Male gender	6	9	0	0.026
Left side	4	5	1	0.956
Hypoplasia of the contralateral VA	1	1	0	0.762
Family history of SAH	0	2	1	0.200
Smoking	4	4	1	0.880
Hypertension	1	4	0	0.259
Hyperlipidemia	1	0	0	0.351
Diabetes mellitus	0	1	0	0.513
WFNS grade 4,5	2	5	1	0.653
Fisher group 3,4	6	10	2	0.351
Balloon guiding catheter	6	3	0	0.016
Intraoperative rupture	0	1	0	0.513
Infarction of the related area	1	6	2	0.021
Symptomatic hydrocephalus	3	2	0	0.337
Terson's syndrome	2	3	0	0.487
Rebleeding	1	0	0	0.351
mRS 1,2 after 3 months	7	8	0	0.008

PICA; posterior inferior cerebellar artery, SAH; subarachnoid hemorrhage, WFNS; world federation of neurosurgical societies, mRS; modified Rankin scale

Table 2 Clinical course of involving the PICA origin group

	age/ gender	Side	WFNS grade	Length between the lesion and the union	Length between the union and the PICA origin	Ipsilateral ASA	Cerebral infarction		Rebleeding	mRS after 3 mos.
							medulla	others		
1	41M	right	4	9.1mm	13.5mm	+	+	-	-	1
2	49F	left	2	n.d.	n.d.	-	-	-	-	1
3	44M	left	3	n.d.	n.d.	+	-	-	-	2
4	56M	left	1	11.3mm	19mm	+	-	-	-	1
5	40M	left	1	2.9mm	14.5mm	-	-	-	-	1
6	53M	right	4	6mm	15.8mm	-	-	-	+	2
7	47M	right	2	11.5mm	16mm	+	-	-	-	2

PICA; posterior inferior cerebellar artery, WFNS; world federation of neurosurgical societies, mRS; modified Rankin scale

Table 3 Clinical course of PICA distal group and non-PICA group

		age/ gender	Side	WFNS grade	Length between the lesion and the union	Length between the union and the PICA origin	Ipsilateral ASA	Cerebral infarction		mRS after 3 mos.
								medulla	others	
PICA distal	1	37M	right	4	12mm	34mm	-	-	-	1
	2	47M	right	4	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	4
	3	40F	left	5	10.5mm	26mm	+	n.d.	n.d.	6
	4	46M	left	2	12mm	20mm	-	-	+	2
	5	51M	left	2	8.8mm	27mm	+	-	+	1
	6	52M	left	5	6.2mm	21mm	-	-	+	2
	7	49M	right	1	12mm	23mm	+	-	-	1
	8	36M	right	2	9mm	23mm	-	-	+	1
	9	58M	right	5	11.5mm	36mm	-	-	+	1
	10	50F	left	1	1.5mm	9.6mm	-	+	-	1
non-PICA	1	48F	left	2	5.1mm	-	-	+	-	3
	2	46F	right	4	7.8mm	-	-	+	-	5

PICA; posterior inferior cerebellar artery, WFNS; world federation of neurosurgical societies, ASA; anterior spinal artery, mRS; modified Rankin scale

Fig.1

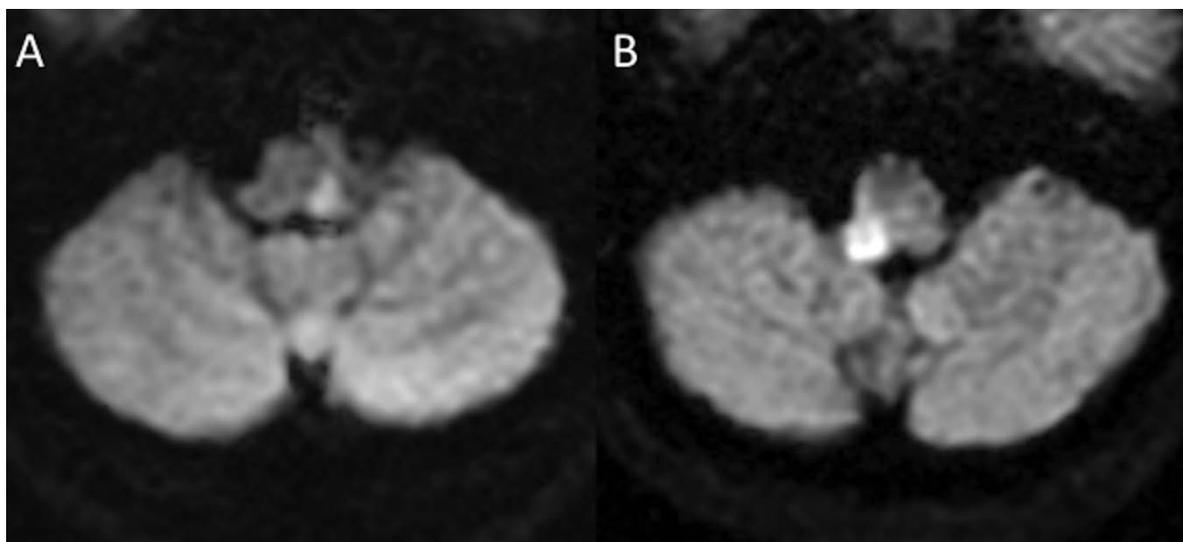


Fig.2

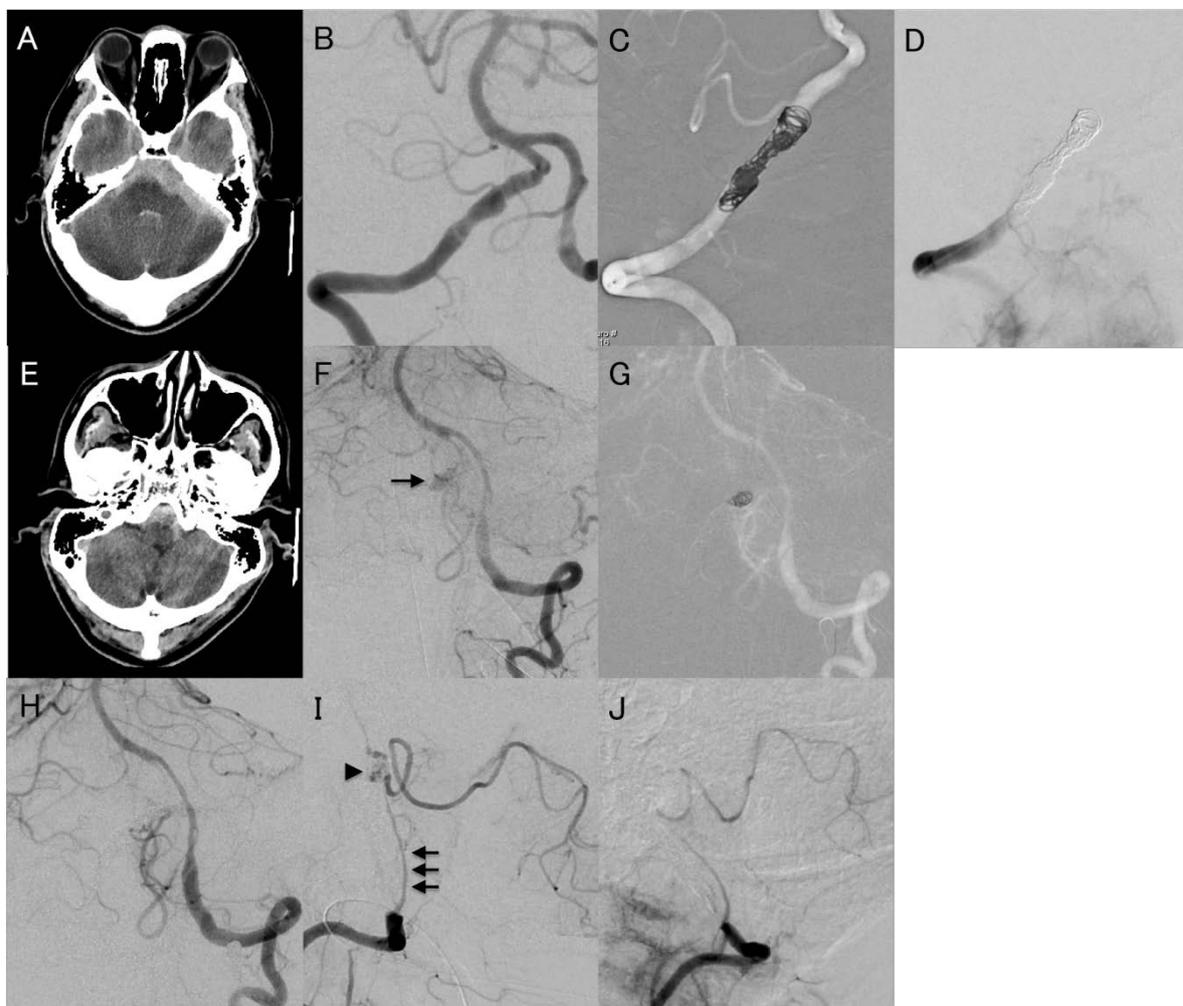


Fig.3

