

症例報告

再発内頸動脈後交通動脈瘤の治療にMarathonの使用が有用であった1例

鵜山 淳^{1,2)}、竹内昌孝²⁾、小西善史²⁾、高石吉将¹⁾、近藤 威¹⁾

1) 新須磨病院 脳神経外科

2) 西湘病院 脳神経外科

連絡著者（筆頭著者）の連絡先

鵜山 淳

〒 250-0001

神奈川県小田原市扇町 1-6-35

西湘病院 脳神経外科

電話 0465-35-5773

FAX 0465-35-5719

E-mail auyama811@yahoo.co.jp

Key Words: internal carotid artery-posterior communicating artery aneurysm, Neuroform Atlas, Marathon catheter

図 4 点

宣言

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

目的

再発内頸動脈（ICA）後交通動脈（PCoA）瘤のコイル塞栓術で、Marathonを使用した1例を報告する。

症例

66歳女性。くも膜下出血で発症したICA-PCoA瘤にコイル塞栓術が行われ、13年後再発した。ICA-PCoA分岐部に瘤の新生を認め、neckから比較的太いPCoAが分枝していた。Neuroform AtlasをICA終末部からPCoAに留置し、塞栓を行うもコイルの分布が不均等となった。PCoA経路でステントを通過してapproachが必要で、Marathonを使用し成功した。ED coil 6本を追加し良好な塞栓を達成した。

結論

小径の血管に留置したステントの通過の際はMarathonが有用である。

緒言

脳動脈瘤のコイル塞栓術において、stent-assisted technique（SAT）の普及によりbroad neck瘤への治療適応が拡大している¹⁾。また、neck bridge stentのlow profile化により、小径の血管へもステント留置が可能となった²⁾。そのため、動脈瘤へのmicrocatheter(MC)の誘導の際に、小径の血管に置かれ

たステントを通過させなければならない局面も想定される。Marathon catheter (Medtronic, Minneapolis, Minnesota, USA) は従来の動脈瘤塞栓術用の MC と比較し、遠位が小径かつ柔軟な構造をしており、より末梢の病変や屈曲した血管への誘導が可能である。

Marathon を使用した動脈瘤コイル塞栓術の報告が散見される^{3,4,5)}。今回、我々は再発を来した wide neck 瘤である内頸動脈 (ICA) 後交通動脈 (PCoA) に対するコイル塞栓術において、PCoA 経由でステントを留置した後、そのステントの通過に難渋し、Marathon の使用が有用であった 1 例を経験したので報告する。

症例呈示

66 歳 女性

現病歴 2006 年にくも膜下出血で発症した ICA-PCoA 瘤に対し他院でコイル塞栓術が行われ、自宅退院となっていた。今回 13 年の経過で MRI 上再発所見を認め (Figure 1A)、当院に紹介となった。脳血管撮影で精査することとなった。

脳血管撮影所見 右 ICA 造影では前回治療した部位には造影剤の流入はなく ICA-PCoA 分岐部に 2 瘤の瘤が新生していた (Figure 1B,C)。動脈瘤の dome の最大径は約 7mm で neck は約 6mm あり、neck からは比較的太い径が約 1.5mm の PCoA が hairpin curve 状に分枝していた

(Figure 1D)。

破裂瘤の再発で本人の希望もありコイル塞栓術の方針となった。ステントの使用に備え、治療2週間前からクロピドグレル 75mg の内服を開始し治療前日にアスピリン 200mg を loading 投与した。

血管内治療 全身麻酔下に右大腿動脈に 8French (Fr) シースを、左大腿動脈に 5Fr シースを留置した。

Activated Clotting Time 300 を目標に全身のヘパリン化を行った。右 ICA に 8Fr Optimo (Tokai Medical Products, Aichi, Japan)、左 VA に 5Fr Launcher

(Medtronic) を留置した。ICA 撮影では動脈瘤が周囲の ICA と重なるが、ICA を Optimo の balloon で遮断した状態の VA 撮影では動脈瘤の全貌が明瞭に描出された

(Figure 1E, F)。ICA 経由で SL-10 (Stryker, Kalamazoo, MI, USA) 2 本を瘤内に留置し double catheter technique (DAT) で塞栓を試みるも、母血管に逸脱傾向かつ 2 瘤のうちの 1 つの瘤の成分に良好に分布せず断念した。そのため SAT にてコイル塞栓を試みることにした。

左 VA 遠位に Tactics (Technocrat Corporation, Aichi, Japan) を誘導し中間カテーテルとし、ステント delivery

用の SL-10 を PCoA 経由で右中大脳動脈まで誘導した。瘤内への過度の bulging を避ける目的で、Target 3D

5mm × 10cm を瘤内に一部留置後、Neuroform Atlas 4 × 21mm (Stryker) を ICA 終末部から PCoA および右

posterior cerebral artery (PCA) P1 segment (P1)に留置した (Figure 2A,B,C)。ステント留置後に適切な working angle を設定した (Figure 2D,E)。この操作により瘤内に Jailing された SL-10 を用いてコイル塞栓を行うも、やはり 2 瘤のうちの 1 つの瘤のみにコイルが分布し不均等となった (Figure 3A,B,C,D)。MC の挿入位置の変更が必要と判断し、PCoA 経由でステント内を通過し MC の瘤内への再誘導を企図した。先端を J 型に shaping した Traxcess 1214 (Microvention, Tustin, California, USA) でステントの真腔を捉え、SL-10 の通過を試みるも完全には通過できなかった。Chikai 10300cm (Asahi Intec, Aichi, Japan) を使用し Marathon に exchange すると、比較的容易にステントを通過することができ、さらにステントの cell を通過し瘤内に留置した。ED extrasoft 2mm×3cm、1.5mm×1cm 5本 (Kaneka, Kanagawa, Japan)、合計 6本を追加留置し、コイルの分布が疎であった部分にも良好に塞栓が達成でき治療を終了した (Figure 3E,F,G,H)。

術後経過は良好で自宅退院となった。

考察

Marathon は flow directed catheter であり先端は外径 1.5Fr で柔軟に加工され、かつ有効長も 165cm を有する。一般的な動脈瘤コイル塞栓術用の MC の先端の外径は 1.7Fr 以上で有効長は 150cm である。そのため、

Marathon は末梢の細径の血管や屈曲した部位への誘導性に優れ、脳動静脈奇形や硬膜動静脈瘻の治療の際に主に用いられ、塞栓物質としては液体塞栓物質の ONYX (Medtronic) や n-butyl-cyanoacrylate (NBCA) が使用される^{6,7)}。Marathon の内腔径は先端で 0.013 inch、近位で 0.015 inch であり、動脈瘤塞栓術用のコイルの Barricade (Blockade Medical, Irvine, California, USA)、ED extrasoft、Target ultrasoft (Stryker)、Axiom (Medtronic) 等が挿入可能と報告されている^{3,4,5)}。Marathon を使用して、AVM、AVF 及び脳動脈瘤をコイルで塞栓した報告が散見される^{3,4,5)}。Marathon を用いることにより同一病変に対し、液体塞栓物質とコイルの両方を同一カテーテルで使用できるため、費用削減や手技時間短縮といった利点もあると指摘されている^{3,4)}。

動脈瘤の塞栓術に Marathon が用いられた報告は我々が渉猟した限り 3 報告 7 例であった^{3,4,5)} (Table 1)。病変部位は前交通動脈瘤が 2 例、ICA 終末部が 1 例、中大動脈瘤が 1 例、前下小脳動脈が 1 例、後下小脳動脈が 2 例であり、通常の MC では誘導困難な部位に治療が行われていた。使用コイルは Barricade が 4 例、Target ultrasoft が 1 例、ED extrasoft が 2 例でいずれも問題なくコイルの留置及び delivery wire からの離脱が可能であったと報告されている。1 例はステント併

用で治療がなされ、瘤内へ transcell で MC が誘導されていた⁵⁾。1例はコイル塞栓のみでは dome filling の塞栓結果であり、同一の Marathon から NBCA が注入され良好な塞栓結果が得られていた⁴⁾。1例で MC 内に血栓形成があり Marathon を交換し、再誘導が必要であったと報告されている⁵⁾。

本例でのコイル塞栓術の問題点として、以下の3つの点が想定された。(1)至適な working angle を設定する際に周辺の ICA と動脈瘤が重なる (Figure 4A)。(2)2瘤に分かれた動脈瘤に均一にコイルを塞栓させる必要がある。(3)動脈瘤は極めて wide neck で頸部から分岐した太い PCoA を温存させる必要がある。1つ目に関しては、動脈瘤の塞栓術の road map 画像を作成する際は、ICA を遮断した状態の VA 撮影を指標にすることにより解決した。2つ目に関しては2瘤のそれぞれの成分に MC を誘導し DCT で塞栓することを企図した。3つ目に関しては、P1 が発達しており PCoA を sacrifice しても PCA 領域の血流は維持されるが、PCoA の穿通枝を温存するにはステントを使用して PCoA の血流の確実な維持が必要と考えた。PCoA が頸部からは hairpin curve 状に分岐しており、ICA 近位から PCoA には MC の誘導が困難であると考えられた。そのため、VA 経路で PCoA を介して ICA 遠位に MCA を送り、ICA 終末部付近ら PCoA にかけてステン

トを留置することとした。

実際の治療では、DATやSATを用いてもICA経由でのMCでは瘤内の均一な塞栓は不能で(Figure 4B,C,D)、MCの挿入位置の変更が必要と判断した。ICA経由ではMC先端の位置や方向の大きな変化は望めないため、PCoA経由でMCを瘤内に留置する必要があると考えた。すでにPCoAにはNeuroform Atlasが留置されておりSL-10での通過は困難であったが(Figure 4E)、Marathonに交換すると容易に通過することができ良好な塞栓が達成できた(Figure 4F)。近年ではlow profile化された動脈瘤塞栓用のneck bridge stentの登場により、より径の小さな血管への留置が可能となった²⁾。小径の血管に留置されたステント内にMCを通過させる事態が想定され、その際にMarathonの使用は有用と考えられた。また本例ではPcoAのステントを通過後、Marathonの瘤内へのtranscellでの誘導も容易に行えた。StiddらもMarathonの瘤内へのtranscellでの誘導の優位性に言及しており⁵⁾、transcellでの瘤内へのapproachが困難な場合もMarathonの使用を試す価値はあると考えられた。

Marathonは先端から3cm近位のproximal markerを有していないone-markerのMCであり、透視下でのコイルのdetachment pointの検出は慎重な操作が要求される^{3,5)}。一方で、ED coilはdetachment pointをアラ

ーム音で正確に検出することができ、one-markerのMC使用時は他のコイルと比較し容易に離脱が行える^{4,8)}。またBarricadeやTargetはコイル末端に離脱システムを装着する際に、delivery wireの長さの問題でMCに接続した回転式止血弁(rotating hemostatic valve: RHV)を一旦除去する必要があると報告されている^{3,5)}。Barricadeを使用し、離脱の度にRHVを除去したことによりMC内への血液の逆流により血栓の形成が生じた合併症も報告されている⁵⁾。ED coilはRHVを除去することなく離脱可能であり、その点においても他のコイルよりもMarathonとの併用の際の優位性がある。

本例ではMarathon経由でのED coilの誘導や留置等の操作性は、従来のMC使用時と比較して大きな問題はなかった。Marathonは先端が柔軟な構造となっており、屈曲病変ではkinkingし、直線病変と屈曲病変ではカテーテル内へのデバイスの誘導性が異なる。Beckettらの実験結果では、直線病変ではコイル径が0.013inchまで通過可能であった一方、屈曲病変では通過可能なコイル径は0.012inchまで制限されていた³⁾。Marathonを屈曲が著明な部位に誘導した際は、コイルの挿入時の抵抗の増加や誘導困難になる可能性も想定する必要があると考える。

結語

本例はbroad neckの瘤でPCoAの温存目的でICA終

末部から PCoA にかけてのステント留置が必要であった。瘤内のコイルの分布が不均等で PCoA に留置されたステント経路で瘤内への approach が必要となり、Marathon の使用によりステントの通過が容易に行えた。小径の血管に留置されたステント内に MC を通過させる必要がある場合に Marathon の使用は有用と考えられた。

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) King B, Vaziri S, Singla A, et al: Clinical and angiographic outcomes after stent-assisted coiling of cerebral aneurysms with Enterprise and Neuroform stents: a comparative analysis of the literature. J Neurointerv Surg 2015; 7: 905-909.

2) Jankowitz BT, Hanel R, Jadhav AP, et al: Neuroform Atlas Stent System for the treatment of intracranial aneurysm: primary results of the Atlas Humanitarian Device Exemption cohort. J Neurointerv Surg 2019; 11: 801-806.

3) Beckett JS, Duckwiler GR, Tateshima S, et al: Coil

embolization through the Marathon microcatheter: Advantages and pitfalls. *Interv Neuroradiol* 2017; 23: 28-33.

4) Horie N, Hayashi K, Morikawa M, et al: A Novel Method for Super-selective Coil Embolization Using an Extremely Soft Bare Coil through a Liquid Embolic Delivery Microcatheter. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2015; 55: 605-609.

5) Stidd DA, Lopes DK, Chen M: Aneurysm coil embolization using a 1.5-fr distal outer diameter microcatheter. *Neurointervention* 2014; 9: 39-44.

6) Song D, Leng B, Gu Y, et al: Clinical Analysis of 50 Cases of BAVM Embolization with Onyx, a Novel Liquid Embolic Agent. *Interv Neuroradiol*. 2005; 11: 179-84.

7) Carlson AP, Taylor CL, Yonas H: Treatment of dural arteriovenous fistula using ethylene vinyl alcohol (onyx) arterial embolization as the primary modality: short-term results. *J Neurosurg* 2007; 107: 1120-1125.

8)Chau Y, Sachet M, Sédat J: Super-selective coil embolization of a basilar perforator artery aneurysm previously treated by the stent-in-stent technique, using an extremely soft bare coil delivered through a one-marker microcatheter. Interv Neuroradiol 2017; 23: 492-496.

図表の説明

Figure 1

A: MRA shows the recurrent right ICA-PCoA aneurysm (gray arrow). B,C: Right ICA angiography shows the aneurysm (black arrow).D: 3D rotational angiography at the view behind the right ICA shows the aneurysm (white arrow head: the de novo aneurysm, black arrow head: the previously coiled aneurysm, white arrow: PCoA, asterisk: ICA terminalis). E: The aneurysm is hidden by the adjacent ICA on right ICA angiography. F: Right VA angiography with interruption of the ICA blood flow by the balloon guiding catheter, shows the aneurysm obviously.

Figure 2

A: Neuroform Atlas is placed in the range of the ICA

terminalis and P1 including PCoA after partial placement of the coil in the aneurysm. B: Right ICA angiography shows the patency of the blood flow at the site of the stent placement. C: Right VA angiography with interruption of the ICA shows the patency of the blood flow (black arrow: distal marker of the stent, white arrow; proximal marker: proximal marker). D,E: We configure the working angles based on 3D rotational angiography after placement of the stent. (D: working angle 1, E: working angle 2 (tunnel view), white dotted line: the lumen of the ICA, black dotted line: the lumen of the PCoA).

Figure 3

A,C: The unequal distribution of the coil in the aneurysm occurs (A: working angle 1, C: working angle 2).

B,D: Right VA angiography shows the remaining blood flow in the aneurysm (A: working angle 1, C: working angle 2).

E,G: We perform additional insertion of coils into the aneurysm through Marathon. (E: working angle 1, G: working angle 2).

F,H: Right VA angiography shows the favorable

embolization (F: working angle 1, H: working angle 2).

Figure 4

Schematic illustration of the coil embolization for the present case (working angle 1).

A: The de novo aneurysm with the wide neck arises at the ICA-PCoA bifurcation and relatively thick PCoA branched from the neck of the aneurysm (1:ICA, 2:MCA, 3:ACA, 4:PCoA, 5:P1, 6:P2, 7:BA, 8: previously placed coils, *:the de novo aneurysm). B: The unequal distribution of the coil occurs though we perform the coil embolization using by double catheter technique. C: Neuroform Atlas is placed in the range of the ICA terminalis and P1 including PCoA after partial placement of the coil in the aneurysm. D: The unequal distribution also occurs though we use stent-assisted technique. E: We can not navigate SL-10 to the aneurysm within the stent through the PCoA. F: We achieve the approach to the aneurysm by using Marathon. We perform additional insertion of six ED coils into the aneurysm and achieve the favorable embolization by additional insertion of ED coils.

Table 1

Case No.	Authors (year)	Age Sex	Location	rupture	Coil, diameter(mm)/length(cm)	stent	Other embolic material	complication	outcome
1	David et al. (2014)	80 male	ACoA	(-)	B, 5/13, 4/7, 3/6, 2.5/6, 2.5/4	(-)	(-)	(-)	good
2	"	48 male	ACoA	(+)	B, 3/6, 3/4, 2/4	(-)	(-)	clot collecting within MC	good
3	"	48 female	ICA terminalis	(-)	T, 3/6, 2/4	Neuroform EZ	(-)	(-)	good
4	Horie et al. (2015)	31 female	distal AICA	(-)	E, 16/15*, 16/10*, 1.5/2	(-)	NBCA	(-)	good
5	"	61 female	distal MCA	(+)	E, 2.5/6, 1.5/3	(-)	(-)	(-)	good
6	Beckett et al. (2016)	52 female	PICA	(+)	B, 2/2, 1/2	(-)	(-)	(-)	good
7	"	53 male	PICA	ND	B, 3/6, 1.5/2 × 3	(-)	(-)	(-)	good
8	Our case (2019)	66 female	ICA-PCoA	(-)	E, 2/3, 1.5/1 × 5	Neuroform Atlas	(-)	(-)	good

ACoA: anterior communicating artery, ICA: interanal carotid artery, AICA: anterior inferior cerebellar artery, MCA: middle cerebral artery, PICA: posterior inferior cerebellar artery, PCoA: posterior communicating artery, ND: not described, B: Barricade, T: Target ultrasoft, E: ED extrasoft
NBCA: n-butyl-cyanoacrylate, MC: microcatheter, *ED Infini extrasoft



Fig.1

69x52mm (350 x 350 DPI)

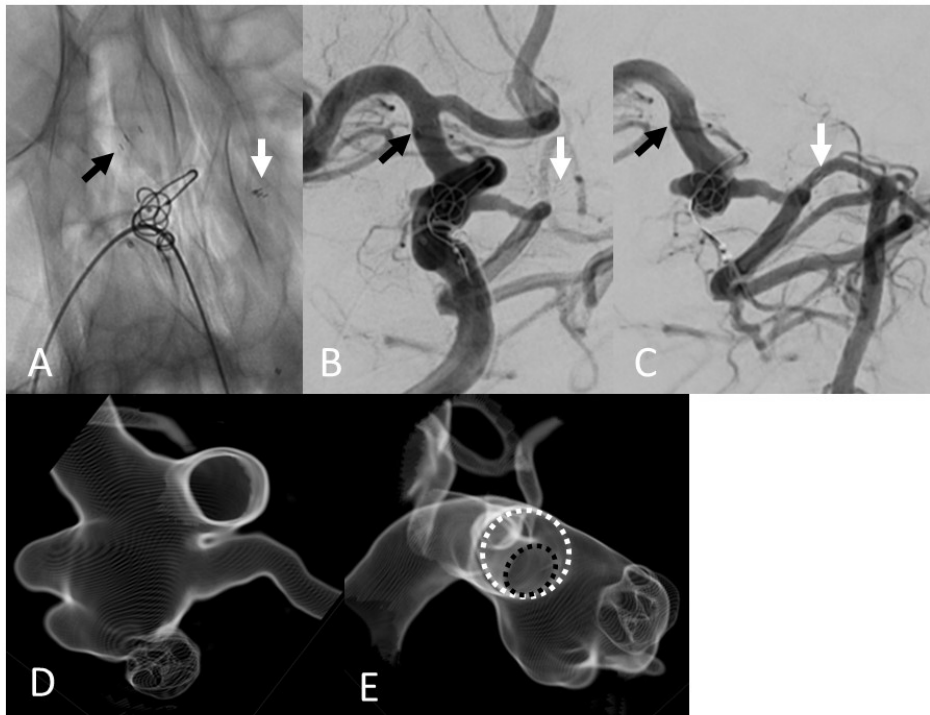


Fig.2

69x52mm (350 x 350 DPI)

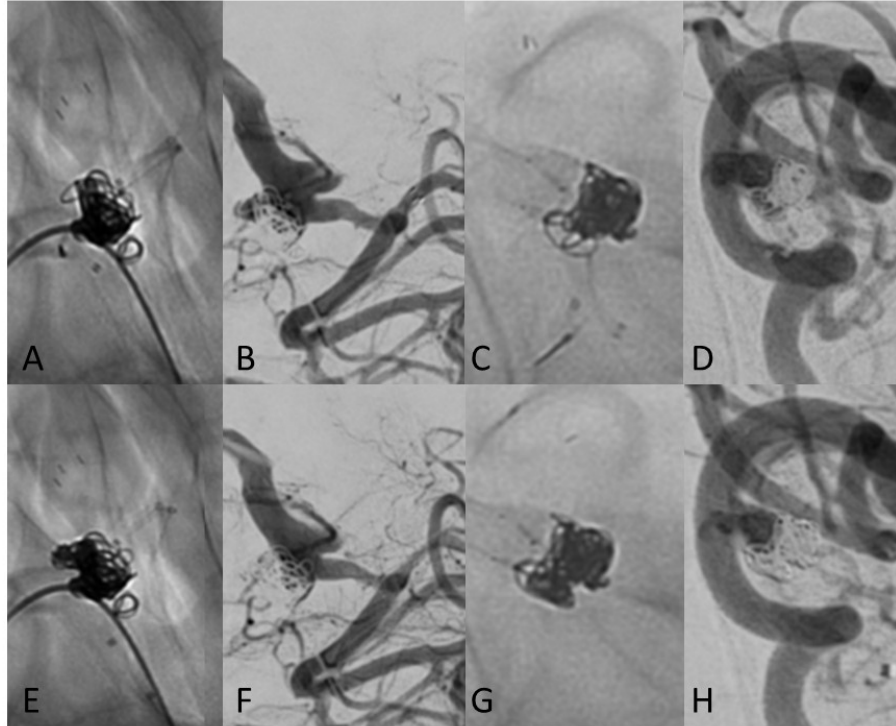


Fig.3

69x52mm (350 x 350 DPI)

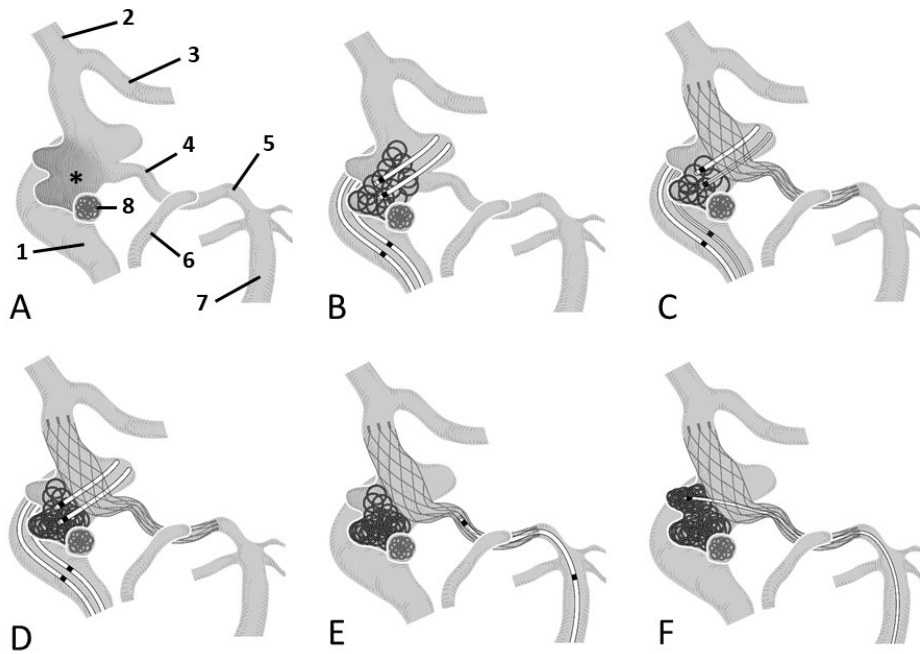


Fig4

20x15mm (1200 x 1200 DPI)