

● 要旨

【目的】 LVIS Jr. を用いた T-stent technique が有用であった広頸脳動脈瘤 3 例を経験したため、その有用性と tips を報告する。 【症例 1】 75 歳男性。左 IC-PC 動脈瘤 (最大径 11mm, neck 径 7.0mm)。瘤の dome から P-com (2.3mm) が分岐し、fetal type の PCA。P-com 側に LVIS Jr. 3.5×28、ICA 側に LVIS Jr. 3.5×18 を留置 (T-stent technique) し、ステント併用コイル塞栓術 (SACE) を行った。

【症例 2】 80 歳女性。右 IC-PC 動脈瘤 (最大径 6.0mm, neck 径 5.4mm)。瘤の dome から P-com (2.2mm) が分岐し、fetal type の PCA。P-com 側に LVIS Jr. 2.5×13、ICA 側に Neuroform Atlas 4.5×21 を留置し、SACE を行った。 【症例 3】 61 歳女性。左 VA-PICA 動脈瘤 (最大径 6.4mm, neck 径 5.6mm, PICA 径 2.2mm)。PICA 側に LVIS Jr. 2.5×13, VA 側に LVIS Blue 4.5×23 を留置し、SACE を行った。 【結論】 瘤から直接分岐する広頸動脈瘤のネック形成や血管径が 2mm 以上の分枝温存に LVIS Jr. を用いた T-stent technique は有用で、その tips を報告した。

● 緒言

近年、脳動脈瘤の血管内治療において simple technique で治療困難な広頸動脈瘤に対して、stent and balloon technique¹⁾, Y-configuration technique²⁾³⁾, kissing Y-configuration technique⁴⁾ 等の難易度の高い adjunctive technique が開発されてきた⁵⁾。さらに、内頸動脈-後交通動脈分岐部 (IC-PC, Internal carotid artery-Pcom) 脳動脈瘤に対して、T-stent technique を用いて良好なコイル塞栓が可能となった症例報告⁶⁾も散見される。今回我々は広頸動脈瘤の分岐血管側に LVIS Jr. (テルモ) を用いた T-stent technique が有用であった広頸脳動脈瘤 3 例を経験したため、手技の詳細と tips について報告する。

● 症例提示

症例 1 : 75 歳, 男性

現病歴 : 陳旧性脳梗塞精査の MRI で認めた左 IC-PC 未破裂脳動脈瘤. 最大径 11mm, neck 径 7.0mm. 二葉状の瘤の dome から径 2.3mm の後交通動脈 (P-com) が分岐し, fetal type の後大脳動脈 (PCA) で P-com の温存が必要であった (Fig. 1A). 入院後経過 : 患者と家族に対して, simple technique では困難な場合にステント併用コイル塞栓術 (stent-assisted coil embolization, SACE) となる可能性などを十分に説明し, 同意を得た上で血管内手術に先立ち, 1 週間前よりアスピリン 100mg とクロピドグレル 75mg の投与を開始した. 術前日に血小板反応性の評価として VerifyNow system (Accumetrics. Inc., San Diego, CA, USA) を用い, aspirin-reaction unit (ARU), P2Y12 reaction unit. (PRU), % inhibition を測定し, 過去の報告^{7), 8), 9)}を参考に有効域内であることを確認した.

血管内治療 : 全身麻酔下に右上腕動脈より穿刺し, 6Fr Roadmaster (グッドマン, 愛知) を右内頸動脈 (ICA) 遠位に留置した. 続いて Excelsior SL-10 J-shaped (Styker) を GT12 double angle ガイドワイヤー (テルモ) を用いて P-com に誘導し, LVIS Jr. 3.5×28 を展開した. この際, ステント短縮を考慮し, ICA 側にステントの proximal flare の不透過マーカーが一部顔を出すように慎重な位置決めを行った (Fig. 1B). 続いて Echelon10 (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を GT12 90° ガイドワイヤー (テルモ) で二葉状外側の瘤内に誘導後に AXIUM 3D (メドトロニック) 等でコイル塞栓を行うと, 途中で ICA 側へのコイルの逸脱を認めたため, それを抜去し T-stent technique を行う方針とした. 動脈硬化が強く, 新たなマイクロカテーテルの誘導が困難であったため, 前述の Echelon 10 を GT12 ガイドワイヤーを用いて中大脳動脈 (MCA) に

誘導し, LVIS Jr. 3.5×18 を待機させた. さらに前述の Excelsior SL-10 J-shaped を GT12 ガイドワイヤーで二葉状内側の瘤内に誘導後, コイルを 1loop 展開させた状態で動脈瘤の neck を覆うように ICA 側に LVIS Jr. 3.5×18 を留置した (Fig. 1C). 最後に jail technique で内側の瘤内にコイルを追加して neck remnant (NR) も良好なコイル塞栓を行い, 手術を終了した (Fig. 1D).

術後経過: 術後は特に問題なく経過した. 術中に全身ヘパリン化, ステント展開後にオザグレルナトリウム 80mg を投与した. 術翌日からシロスタゾール 200mg を追加し, 術後 6 週間は triple antiplatelet therapy (TAPT) とし, 半年後に dual antiplatelet therapy (DAPT), 1 年後に simple antiplatelet therapy (SAPT) に減薬した. 術後 13 ヶ月で再開通を認めていない (Fig. 1E).

症例 2: 80 歳, 女性

現病歴: 頭痛精査の MRI で指摘された右 IC-PC 未破裂脳動脈瘤. 最大径 6.0mm, neck 径 5.4mm. 瘤の dome から径 2.2mm の P-com が分岐し, fetal type の PCA で P-com の温存が必要であった (Fig. 2A).

入院後経過: 症例 1 同様に患者と家族に対して SACE となる可能性を説明し, 同意を得た上で術前 1 週間前から DAPT を開始した. 術前日の ARU と PRU は有効域内であった.

血管内治療: 全身麻酔下に右大腿動脈より穿刺し, 6Fr Roadmaster を右 ICA 遠位に留置し, 左大腿動脈より 5Fr Guidersoftip (Boston Scientific, USA) を留置した. まず CHIKAI14 マイクロガイドワイヤー (朝日インテック, 愛知) を用いて Headway17 (テルモ) を P-com に誘導し, LVIS Jr. 2.5×13 を待機させた. さらに GT12 ガイドワイヤーにて Echelon10 を瘤内に誘導後, MCA に Excelsior XT-17 (Stryker) を誘導し, Neuroform Atlas4.5×21 を待機させた. まず P-com

側に LVIS Jr. 2.5×13 を留置した。この際、ステント短縮を考慮し、ICA 側にステントの proximal flare の不透過マーカーが一部顔を出すように慎重な位置決めを行った (Fig. 2B)。続いて ICA 側に Neuroform Atlas4.5×21 を留置 (T-stent technique) し (Fig. 2C)、jail technique で AXIUM 3D 等を用いてコイル塞栓を行い、NR も良好なコイル塞栓を完遂し手術を終了した (Fig. 2D)。

術後経過：術後は特に問題なく経過した。術中に全身へパリン化、ステント展開後にオザグレルナトリウム 80mg を投与した。術翌日からシロスタゾール 200mg を追加し、術後 6 週間は TAPT とし、半年後に DAPT に減薬後、術後 7 ヶ月で再開通を認めていない (Fig. 2E)。1 年後には SAPT への減薬を予定している。

症例 3：61 歳，女性

現病歴：眩暈精査の MRI で指摘された左椎骨動脈-後下小脳動脈分岐部 (VA-PICA) 未破裂脳動脈瘤。最大径 6.4mm, neck 径 5.6mm, 瘤は主に VA 側に騎乗し、PICA 径は 2.2mm で PICA は瘤から分岐していた (Fig. 3A)。

入院後経過：症例 1 同様に患者と家族に対して SACE となる可能性を説明し、同意を得た上で術前 1 週間前に DAPT を開始した。術前日の ARU と PRU は有効域内であった。

血管内治療：全身麻酔下に右大腿動脈より穿刺し、6Fr Roadmaster を左 VA 遠位に留置した。GT12 ガイドワイヤーにて Echelon10 を PICA の cranial loop より遠位に誘導し、LVIS Jr. 2.5×13 を待機させた。次に CHIKAI14 マイクロガイドワイヤーを用いて Headway21 (テルモ) を VA union に誘導し、LVIS Blue4.5×23 を待機させた。T-stent technique を行うべく、まず PICA 側に LVIS Jr. 2.5×13 を展開した。この際、ステント短縮を考慮し、VA 側にステントの proximal flare の不透過マーカーが一部顔を出すように慎重な位置決めを行った。続い

て VA 側に LVIS Blue4.5×23 を動脈瘤の neck を覆うように部分的に展開 (partial T stenting) し (Fig. 3B)、前述の Echelon10 を LVIS Jr. 側から semi-jail technique で瘤内に誘導後, AXIUM 3D のコイルを 1loop 展開させた状態で VA 側の LVIS Blue4.5×23 を完全に展開した (complete T stenting) (Fig. 3C). 最後に瘤内にコイルを追加して NR も良好なコイル塞栓を行い, 手術を終了した (Fig. 3D).

術後経過：術後は特に問題なく経過した。術中に全身へパリン化, ステント展開後にオザグレルナトリウム 80mg を投与した。術翌日からシロスタゾール 200mg を追加し, 術後 6 週間は TAPT とし, 半年後に DAPT に減薬後, . 術後 10 ヶ月で再開通を認めていない (Fig. 3E). 1 年後には SAPT に減薬を予定している

- 考察：当施設において広頸動脈瘤に対する T stent technique の症例選択の明確な基準はないが, 瘤から温存すべき分枝血管が出るタイプの広頸動脈瘤で, double catheter technique や balloon-assist technique では分枝血管を温存し得ないと予想される症例において multiple stent technique を用いている。その中で分枝血管へのマイクロカテーテルの誘導が可能な症例において T stent technique を考慮している。

T stent technique は Y-configuration technique 等の multiple stent technique と比較してステントの重なりがなく, ストラットの変形をきたさない点で優れている。ただし, 本法はステント同士の干渉による血流障害や血栓塞栓症を起こす危険があるためにステントの短縮を考慮した慎重な位置決めが求められる。⁶⁾ さらに症例 2 のように分枝血管側にステント近位端が放射状に展開, またリシース可能な closed-cell stent である LVIS Jr. を用いて, 一部母血管に不透過マーカーが顔を出すようにステントを展開

し、母血管側に血管密着性が高い自己拡張型ステントである Neuroform Atlas を展開することで良好な T-stent の接地を得る事ができた。分枝血管側のステント選択において、ステント短縮の少ない open-cell stent である Neuroform Atlas も有用かもしれないが、open-cell stent は closed-cell stent に比べてステントの位置決めは比較的容易だが、ステントの展開を開始すると、リソースや再留置が不可能となる一度だけの手技になる為、我々は使用していない。

症例 1 では ICA 側のステント留置に際して動脈硬化が強く 10 カテーテルの誘導しかできなかつたため、母血管側に Neuroform Atlas を使用できなかったが、母血管側にも金属被覆率の高い braided stent である LVIS Jr. を用いることで flow diversion 効果¹⁰⁾による動脈瘤の血栓化を期待した。症例 3 は動脈瘤が VA 側に騎乗していたため、同様に flow diversion 効果¹⁰⁾を期待して LVIS ステントを使用した。幸い、症例 1, 2 とも母血管側にも LVIS stent を用いたが良好な T-stent の接地を認めている。また、SACE の周術期合併症である虚血性合併症や出血性合併症を考慮した周術期の抗血小板管理については術後の適切な DAPT 継続期間は術後 9 ヶ月以上であるとする報告¹¹⁾があるものの、未だに結論は得られていない。当施設では周術期の抗血小板投与を術前 1 週間前からアスピリン 100mg とクロピドグレル 75mg の DAPT とし、VerifyNow system で評価^{7), 8), 9)}を行い、術中ヘパリンとオザグレルナトリウム 80mg, 術翌日からシロスタゾール 200mg を追加した TAPT¹²⁾を術後 6 週間とし、半年後に DAPT, 1 年後に SAPT とする方針にしている。今回の 3 症例は短期フォローではあるが現時点で明らかな再発は認めおらず、分枝血管側に LVIS Jr. を用いた T-stent technique は有用と思われる。今後も長期的なフォローを行う予定である。

● 結語

瘤から直接分枝する広頸動脈瘤のネック形成や血管径が2mm以上の分枝温存にLVIS Jr.を用いたT-stent techniqueは有用で、そのtipsを報告した。

● 利益相反の開示

本論文に関して、筆頭著者および共著者全員に開示すべき利益相反状態が存在しない。

● References

1. Miyachi S, Matsubara N, Izumi T, et al. Stent/balloon combination assist technique for wide-necked basilar terminal aneurysms. *Interventional neuroradiology : journal of peritherapeutic neuroradiology, surgical procedures and related neurosciences* 2013;19:299-305
2. Cho YD, Park SW, Lee JY, et al. Nonoverlapping Y-configuration stenting technique with dual closed-cell stents in wide-neck basilar tip aneurysms. *Neurosurgery* 2012;70:244-249
3. Akgul E, Aksungur E, Balli T, et al. Y-stent-assisted coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms. A single center experience. *Interventional neuroradiology* 2011;17:36-48
4. Brassel F, Melber K, Schlunz-Hendann M, et al. Kissing-Y stenting for endovascular treatment of complex wide necked bifurcation aneurysms using Acandis Acclino stents: results and literature review. *Journal of neurointerventional surgery* 2016;8:386-395

5. Miyachi S. Tactics, Techniques and Spirits of Neuroendovascular Therapy. - Miyachi ' s style, Chapter Skill-A Aneurysm; pp. 66- 199, Medica Shuppan, Osaka, 2015 (in Japanese)

6. Ryokichi Yagi, Shigeru Miyachi, Ryo Hiramatsu, Hiroyuki Onishi, Toshihiko Kuroiwa.
A Case of Large Broad-necked Aneurysm at the Posterior Communicating Artery Treated with T-stent Technique. Journal of Neuroendovascular Therapy 2017;11:5:272-276

7. Delgado Almandoz JE, et al. Pre-procedure P2Y12 reaction units value predicts perioperative thromboembolic and hemorrhagic complications in patients with cerebral aneurysms treated with the Pipeline Embolization Device. J Neurointerv Surg. 2013;5 Suppl 3:iii3-10.

8. Daou B, et al. P2Y12 Reaction Units: Effect on Hemorrhagic and Thromboembolic Complications in Patients With Cerebral Aneurysms Treated With the Pipeline Embolization Device. Neurosurgery. 2016;78:27-33.

9. Kashiwazaki D, et al. The roles and issues of P2Y12 percent inhibition assessed by VerifyNow assay for patients undergoing Neurointervention: a prospective study. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2014;23:1830-6.

10. Chao Wang, Zhongbin Tian, et al. Flow diverter effect of LVIS stent on cerebral aneurysm hemodynamics: a comparison with Enterprise stents and the Pipeline device. Journal of Translational Medicine 2016;14:199

11. Hwang G, Kim JG, Song KS, et al. Delayed ischemic stroke after stent-assisted coil placement in cerebral aneurysm: Characteristics and optimal duration of preventative dual antiplatelet therapy. *Radiology*. 2014;140070.

12. Matsumoto Y, Iko M, Tsutsumi M, et al: The safety and efficacy of triple antiplatelet therapy after intracranial stent-assisted coil embolization. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2015; 24: 1513-1519.

Figure Legends

Fig.1 DSA during operation for Case1.

A: Preoperative left internal carotid angiogram shows a large broad-necked posterior communicating artery (P-com) aneurysm. P-com is arising from the aneurysmal dome.

B: Angiogram after LVIS Jr. 3.5×28 deployment. Arrow: proximal marker of the stent.

C: Angiogram after LVIS Jr. 3.5×18 deployment. Arrow: proximal marker of the stent.

D: Final angiogram shows neck remnant of the aneurysm.

E: Post-operative angiogram at 13 months shows no recurrence of the aneurysm.

Fig.2 DSA during operation for Case2.

A: Preoperative 3D-DSA shows a large broad-necked posterior communicating artery (P-com) aneurysm. P-com is arising from the aneurysmal dome.

B: Angiogram after LVIS Jr. 2.5×13 deployment. Arrow: proximal marker of the stent.

C: Angiogram after Neuroform Atlas 4.5×21 deployment. Arrow: proximal marker of the stent.

D: Final angiogram shows neck remnant of the aneurysm.

E: Post-operative angiogram at 7 months shows no recurrence of the aneurysm.

Fig. 3 DSA during operation for Case3.

A: Preoperative 3D-DSA shows a large broad-necked VA-PICA aneurysm. PICA is arising from the aneurysm.

B: Angiogram after LVIS Jr. 2.5×13 deployment. Arrow: proximal marker of the stent.

C: Angiogram after LVIS Blue 4.5×23 deployment. Arrow: proximal marker of the stent.

D: Final angiogram shows neck remnant of the aneurysm.

E: Post-operative angiogram at 10 months shows no recurrence of the aneurysm.