

1) テクニカルノート Technical note

2) 破裂脳底動脈本幹部血豆状動脈瘤に対する overlapping stent を併用した
コイル塞栓術の 2 例

Overlapping stent-assisted coil embolization for ruptured blood
blister-like aneurysms of basilar trunk ; two case reports

3) 森永 裕介¹、新居 浩平¹、江藤 歩¹、花田 迅貫¹、光武 尚史¹、平岡 史大¹、
井上 律郎¹、坂本 王哉¹、堤 正則¹

Yusuke Morinaga*, Kouhei Nii, Ayumu Eto, Hayatsura Hanada, Takafumi
Mitsutake, Fumihiro Hiraoka, Ritsurou Inoue, Kimiya Sakamoto, Masanori
Tsutsumi

4) 1.福岡大学筑紫病院 脳神経外科

5) 森永 裕介(福岡大学筑紫病院 脳神経外科、〒818-8502 福岡県筑紫野市
俗明院 1-1-1 tel:0929211011、yu_the_morio@yahoo.co.jp)

Department of Neurosurgery, Fukuoka University Chikushi Hospital, 1-1-1
Zokumyoin, Chikushino-shi, Fukuoka Prefecture, Japan

***Corresponding author**

Yusuke Morinaga

Department of Neurosurgery, Fukuoka University Chikushi Hospital, 1-1-1
Zokumyoin, Chikushino-shi, Fukuoka Prefecture, 818-8502 Japan

Tel: 092-921-1011 Fax: 092-928-389 E-mail: yu_the_morio@yahoo.co.jp

6) basilar trunk, ruptured blood blister-like aneurysms, overlapping
stent-assisted coil embolization, LVIS, Barrel technique

Short Title: Surgical strategy of overlapping stent-assisted coil embolization for ruptured blood blister-like aneurysms of basilar trunk

7) 宣言

本論文を，日本脳神経脳血管内治療学会 機関誌「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】破裂脳底動脈本幹部血豆状動脈瘤に対するoverlapping stentを併用したコイル塞栓術(Overlapping stent-assisted coil embolization, Overlapping SACE)の2例を経験したので,報告する. 【症例1】52歳,男性. WFNS Grade IVのくも膜下出血(SAH)でday 10の脳血管造影にて,脳底動脈(BA)前壁に2mmの血豆状動脈瘤(BBAs)を認め,overlapping SACEを行った. 【症例2】62歳,女性. WFNS Grade IのSAHでday 5の脳血管造影にて,BA後壁に1.7mmのBBAsを認めた. 初回はoverlapping stentのみで治療し,残存瘤を認めたため,day 14にSACEを追加した. 術後に穿通枝梗塞を認めたが,1週間後のフォローアップで瘤は完全閉塞していた. 【結論】破裂脳底動脈本幹部BBAsに対するoverlapping SACEは有効と考えられるが,特にBA後壁瘤に対しては術後穿通枝障害に留意し,適切なmultiple overlapping stentについては更なる症例の蓄積と検討が必要である.

● 緒言

破裂脳底動脈本幹部血豆状動脈瘤は解離性動脈瘤の中でもいわゆる血豆状動脈瘤(blood blister-like aneurysms, BBAs)であり,その部位から直達手術において侵襲と技術的難易度が高いことは周知の事実である.近年,こうした背景より,内頸動脈前壁(ICA anterior wall)や脳底動脈(BA)のBBAsに対する血管内治療の有効性を示す報告が増加している¹⁾⁻⁵⁾.BBAsは瘤本体のみならず,母血管にも脆弱性があり,通常動脈瘤に対するコイル塞栓術と異なり母血管の補強と修復を必要とする.また術中破裂率が高く,周術期合併症や術後の抗血小板療法の問題もあり,依然その治療法に関するコンセンサスは確立されていない¹⁾⁻⁵⁾.今回我々は破裂脳底動脈本幹部血豆状動脈瘤に対してLVIS(Low-profile Visualized Intraluminal Support, テルモ)による

overlapping stent を併用したコイル塞栓術(Overlapping stent-assisted coil embolization, Overlapping SACE) を施行した 2 例を経験したので, その診断・治療・周術期管理を含む手術戦略を中心に文献的考察を加えて報告する.

● 症例提示

症例 1 : 52 歳, 男性

現病歴 : 意識障害で発症した WFNS Grade IV のくも膜下出血 (SAH) のため, 当院へ入院となった.

既往歴・家族歴 : 特記事項なし

入院後経過 : 入院時の頭部 CT (Fig. 1A) では後頭蓋窩を中心に SAH を認めるも MRA, 脳血管造影検査 (Fig. 1B, C) 上, 明らかな動脈瘤や血管解離の所見を認めず, 収縮期血圧 < 140 mmHg を目標とした降圧加療を行った. 発症 10 日目の脳血管造影 (3D-DSA) (Fig. 2A, B) にて, 脳底動脈本幹部 (上小脳動脈; SCA 分岐高位の) 前壁に約 2 mm の血豆状動脈瘤を認めたため, LVIS BLUE による Overlapping SACE を施行した.

血管内治療 : 全身麻酔下に右大腿動脈より穿刺し, 6Fr Roadmaster (グッドマン, 愛知) を右椎骨動脈 (VA) 遠位に留置した. 続いて Headway 21 (テルモ) を CHIKAI 14 マイクロガイドワイヤー (朝日インテック, 愛知) で左後大脳動脈 (PCA) の P2 に誘導し, LVIS Blue 3.5mm×22mm を待機させた. 次に GT 12 ガイドワイヤー (テルモ) にて Echelon 10 (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) を動脈瘤が位置する SCA 高位に留置し, LVIS Blue 3.5mm×22mm を左 P1 から脳底動脈 (BA) にかけて展開した. この際, LVIS Blue の金属被覆率の向上を企図して通常の push & pull technique よりさらにデリバリーワイヤーを押す (Barrel technique) ことで flow diverter 効果の向上に努めた. 続いて前述の Echelon

10 から SCA 高位前壁に Target 360 nano 2.5mm×4cm (Stryker)を選択し,以下 4 本でコイル塞栓を行い,解離の entry flap と危惧される部位を押さえ込む目的も兼ねて Headway 21 から LVIS Blue 4.5mm×23mm を BA tip から右 VA にかけて留置した (overlapping stenting). この際も前述の Barrel technique に努めた.術後 DSA や Cone-beam CT にて動脈瘤の消失,母血管の血流温存,ステントの位置や母血管への圧着を確認し,手術を終了した (Fig. 2C, D, E).

術後経過:術中に全身へパリン化,経鼻胃管からアスピリン 300mg, クロピドグレル 300mg を loading し,ステント展開後にオザグレルナトリウム 80mg を静脈内投与した.術翌日からアスピリン 100mg, クロピドグレル 75mg の Dual

Anti-platelet therapy (DAPT)を継続し,再出血のリスクはあるものの,術中・術後のステント内血栓症の予防に努めた.術後 2 週間は十分な補液,エリル,オザグレルの投与を行い,脳血管攣縮予防に努めた.術直後より脳血管造影上,瘤の完全閉塞を確認できた (Fig. 2D).また術翌日の MRI (Fig. 3A)では明らかな急性期脳梗塞などは認めなかった.術後に脳血管攣縮は認めなかったが,水頭症を併発したため,LP シャント 1 週間前にアスピリン 100mg のみの Single Anti-platelet therapy (SAPT)に減薬した.術後約 1 ヶ月後に水頭症に対して LP シャント術を施行し,day 50 に mRS3 でリハビリ転院した.現在,術後 12 ヶ月で再開通を認めていない (Fig. 3B).

症例 2: 62 歳, 女性

現病歴:突発頭痛にて発症した WFNS Grade I の SAH のため,当院へ入院となった.入院時の頭部 CT (Fig. 4A)では後頭蓋窩を中心に SAH を認めるも MRA, 脳血管造影 (Fig. 4B, C)上,明らかな動脈瘤や血管解離の所見を認めず,収縮期血圧 < 140 mmHg を目標とした降圧加療を行った.発症 5 日目の脳血管造影

(3D-DSA) (Fig. 4D,E)にて、脳底動脈本幹部(SCA分岐高位の)後壁に約1.7mmの血豆状動脈瘤を認めた。瘤内コイル塞栓は困難と判断し、LVIS Jr.(2重)によるoverlapping stentのみで治療した。

血管内治療(初回):全身麻酔下に右大腿動脈より穿刺し、6Fr Roadmasterを右VA遠位に留置した。DSAにて既知の動脈瘤を確認した(Fig. 5A)。当初、瘤内塞栓を企図してEchelon 10の瘤内への誘導を試みるも選択困難であったため、10カテーテルから展開可能なLVIS Jr.によるoverlapping stentの方針に変更した。GT 12ガイドワイヤーにてEchelon 10を右P2へ誘導し、右P1からBAにかけてLVIS Jr. 3.5mm×18mmを展開した。さらに最初のステントを瘤高位でcoverするようにLVIS Jr. 3.5mm×23mmを留置した(overlapping stenting) (Fig. 5B)。この際、各々LVIS展開時にはBarrel techniqueに努めた。DSAにて動脈遅期でわずかに動脈瘤の描出を認める(Fig. 5C)もflow diverter効果による血栓化を期待し、手術を終了した。

その際、術中に全身ヘパリン化、経鼻胃管からアスピリン300mg、クロピドグレル300mgをloadingし、ステント展開後にオザグレルナトリウム80mgを静脈内投与した。術翌日からアスピリン100mg、クロピドグレル75mgのDAPTを継続した。しかし、残存瘤(Fig. 5C)を認めたため、発症14日目にLVIS Jr.(3重)を用いた追加のステント留置術を施行した。

血管内治療(2回目):全身麻酔下に右大腿動脈より穿刺し、6Fr Roadmasterを右VA遠位に留置した。続いてHeadway 17(テルモ)をCHIKAI 14マイクロガイドワイヤーで左P2に誘導し、LVIS Jr. 3.5mm×18mmを待機させた。次にGT 12ガイドワイヤーにてEchelon 10を動脈瘤が位置するSCA高位に留置した。LVIS Jr. 3.5mm×18mmを右P1からBAにかけて一部展開した(partial stenting)。次にEchelon 10からSCA高位後壁にTarget 360 nano 2.5mm×4cm (Stryker)を

用いてコイル塞栓を行い, LVIS Jr. 3.5mm×18mmを完全に展開した(complete stenting) (Fig. 5D,E). この際,同様に Barrel techniqueに努めた.DSAにてわずかに動脈瘤の描出を認める(Fig. 5E)も flow diverter 効果による血栓化を期待し,手術を終了した.

術後経過:2回目の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を静脈内投与した.2回目の術翌日からアスピリン 100mg, クロピドグレル 75mgの DAPTを継続した.術翌日の MRIにて脳底動脈の傍正中動脈領域に穿通枝閉塞と思われる右橋梗塞を認めた(Fig. 6A).一過性の右 MLF 症候群を呈したが,幸いにも症状は約1日で改善した.瘤は徐々に血栓化し,再手術1週間後には脳血管造影上,瘤の完全閉塞を確認できた(Fig. 6B).

初回手術後2週間は十分な補液,エリル,オザグレルの投与を行い,脳血管攣縮予防に努めた.術後に脳血管攣縮や水頭症は認めなかった.半年後の脳血管造影検査で瘤の再発やステント内狭窄,ステント内血栓症などを認めず,SAPTに減薬した.術後10ヶ月で再開通を認めず(Fig. 6B,C),mRS1で外来フォロー中である.

● 考察:血豆状動脈瘤(BBAs)は,内頸動脈前壁(ICA anterior wall)や脳底動脈(BA)の非分岐部に発生する頭蓋内動脈瘤で,全頭蓋内動脈瘤の0.3%~1%,破裂動脈瘤の0.9%~6.5%を占める¹⁾.また,BBAsは外膜および薄い線維組織でのみ覆われた仮性動脈瘤である⁶⁾.破裂BBAsは治療法の種類に関わらず,自然増大,再発や死亡率が高いとされる^{7),8)}.その中でも脳底動脈本幹部BBAsは更に稀とされ,殆どの場合,SAHで発見される¹⁾.

診断には3D-DSA,CTAや高分解MRI(high-resolution magnetic resonance imaging)が有用だが,そのサイズやSAHの血腫により初診時には同定されにく

く,しばしば診断が遅れる⁹⁾.本症例も入院時の脳血管造影検査では同定し得ず,症例1では day 10,症例2では day 5 に 3D-DSA で確定診断に至った.入院時の頭部 CT では後頭蓋窩に有意な SAH を認めており,後方循環の血管異常を念頭に繰り返し画像検査(特に 3D-DSA)を行うことが重要と思われた.

治療は直達手術,母血管閉塞,血管内治療等である¹⁰⁾.BA 本幹部の BBAs に対する直達手術は瘤の頸部を欠き,瘤壁が薄いため,neck clipping は技術的に困難とされる.Mooney ら¹¹⁾は 4 人の患者に neck clipping (うち 2 人は瘤の薄い層を cotton で補強し,clip のスリップリスクを最小限にした)を施行し,長期的な有効性を報告している.1 人は clipping 後の残存瘤に対して血管内治療によるステント留置が必要であったが,4 年間の画像追跡と 6 年間の臨床的追跡で 4 人とも再発は認めていない.

Rouchaud ら¹⁾は ICA や BA を含む破裂 BBAs の患者 258 名の血管内治療(特に internal trapping や母血管閉塞などの deconstructive technique と coiling, SACE, overlapping stent, フローダイバーターなどの reconstructive technique の比較)のシステマティックレビューとメタ解析を報告している.患者の 73%が女性で平均年齢は 47.6 歳,19.3%が Hunt & Hess grade IV ないし V で,動脈瘤のサイズは平均 2.4mm であった.即時閉塞率では Deconstructive 群(77.3%)は reconstructive 群(33%)に比して有意に高かった.reconstructive 群の中で中長期完全閉塞率においてフローダイバーター群(90.8%)は非フローダイバーター群(69.7%)より有意に高く,再治療率は前者(6.9%),後者(27.1%)と有意差を認めている.

また我々が PubMed で渉猟し得た BA の BBAs は BBAs の 57 例中 8 例(14%)で,中でも最近では SACE や flow diverter による治療報告が殆どである²⁾⁻⁵⁾.しかし,本邦においては破裂 BBAs に対する SACE や flow diverter による治療は

適応がない. 本症例でも BBAs の特徴から瘤内への simple coiling は困難と判断し, 術前に本人・家族に SACE となる可能性や周術期合併症のリスクについても十分なインフォームド・コンセントを行い, 院内倫理委員会の承認を得て overlapping SACE を施行した.

我々は以下の理由で overlapping stent が flow diverter の代替手段となり得ると考えている. LVIS ステンツは Braided stent で Laser cut stent に比して金属被覆率が高く, flow diverter 効果が高い. 中でも LVIS BLUE は LVIS Jr. より金属被覆率がより高いとされる¹²⁾. Chao ら¹²⁾は CFD 解析で LVIS ステンツと Enterprise ステンツや Pipeline device との flow diverter 効果の比較を行っている. LVIS ステンツ1枚の flow diverter 効果は Enterprise ステンツを2重にした overlapping stent より大きく, Pipeline device 1枚より小さかった. しかし, LVIS ステンツを2重にした overlapping stent の flow diverter 効果は Pipeline device 1枚より有意に大きかった. 以上からも今回 LVIS ステンツを用いた overlapping stent を行った.

症例1は BA-SCA 分岐部前壁の BBAs で母血管 (VA-BA) 解離の可能性も否定できなかつたため, コイル塞栓用のマイクロカテーテルを jailing した状態で解離が危惧される部位を一部被覆するように, まず金属被覆率の高い LVIS BLUE を留置した. 続いて, 瘤高位に BBAs の脆弱性を考慮し, ステンツからコイルが逸脱しないサイズで, かつ 3D 形状の比較的柔らかいコイルである Target 360 nano 2.5mm×4cm を用いてコイル塞栓を行い, 2本目の LVIS BLUE で母血管 (VA-BA) 解離と危惧される残りの部位を被覆するように, また瘤高位の局所のみ overlap するように展開した. しかし, 後方視的には BBAs ではサイズが小さいために, 通常の大さの動脈瘤における SACE と同様に jailing technique を用いると, マイクロカテーテルが固定され, コイル塞栓時に術中破裂を招くリスク

が高くなることから、症例 2 のようなステントを部分展開後にコイル塞栓を行い、ステントを全展開する jack up technique が望ましかったと考えている。

症例 2 は BA-SCA 分岐部後壁の BBAs で明らかな母血管の解離所見は認めなかったが、BBAs の母血管の脆弱性と後壁の穿通枝障害を懸念し、母血管の補強と動脈瘤への flow diverter 効果を企図して、初回手術では 10 カテーテルでも展開可能な LVIS Jr. で overlapping stent のみとした。後方視的には LVIS Jr. より金属被覆率が高い LVIS BLUE での overlapping stent であれば、flow diverter 効果がより高まり、初回手術のみで完全閉塞を得られた可能性があったと考えている。残存瘤を認め、初回手術 2 週間後に再手術に踏み切ったが、術後いつまで血栓化を待つべきかは議論の余地がある。再手術では症例 1 の経験から、jack up technique で 3 本目の LVIS Jr. を用いて multiple overlapping stent とした。3 本目のステント選択において LVIS BLUE を選択しなかったのは、金属量がより増加して LVIS を 3 重にすることによる母血管狭窄やステント内血栓症、後壁の穿通枝障害のリスクがより高まる可能性を考慮したためである。症例 2 は BA-SCA 後壁の破裂 BBAs 例であり、同部位近傍には穿通枝が存在する。本症例の術後穿通枝梗塞はコイル塞栓が一因と考え、後壁瘤へのコイル併用は慎むべきであったと考えている。

各症例において LVIS ステント展開時に金属被覆率の向上を企図して母血管への負担を考慮しつつ、Barrel technique¹³⁾に努め、overlapping stent で瘤高位を被覆したこと、瘤への負担軽減を企図して 3D 形状の比較的柔らかいコイルを用いてコイル塞栓を併用したことが、術中破裂の軽減と flow diverter 効果の向上に繋がり、最終的な完全閉塞に寄与した可能性が示唆された。但し、Barrel technique を過度に行うと母血管への負担が危惧されるため、血管解離の症例では特に血管破裂のリスクも高くなり、注意を要する。

また,Overlapping SACE は手技やステントの選択,周術期の抗血小板・抗凝固療法等にも配慮が必要である.症例 1 では瘤高位のみを overlapping し,その他の解離が危惧される母血管には極力金属量の低減を考慮したため,2 本目のステントは 1 本目と同サイズで,より長いステントを選択した.症例 2 の初回手術では症例 1 と同様の理由でステントを選択し,再手術の際に母血管への金属量の低減を考慮しつつ,瘤高位の局所被覆で動脈瘤の血栓化を期待したため,3 本目は 2 本目より短いステントを選択した.また,我々はステントの視認性の良さとりしやす可能な LVIS ステントの特性を活かして,慎重な操作に心掛けること,必要なら何度でも展開し直すことで,前述の LVIS ステントの注意点を克服しうると考えている.さらに, SACE の中でも overlapping stent は特にステント内血栓症などの虚血性合併症の他,ステント内狭窄による母血管狭窄も危惧される.一方で破裂例では抗凝固・抗血小板薬療法による再出血のリスクも上がる⁶⁾.我々は術後に瘤の完全閉塞が確認されるまで,収縮期血圧<140 mmHg 以下を目標とした降圧療法を継続するとともに,約 2 週間毎に頻回に脳血管造影検査で瘤の閉塞やステント内血栓症等の有無を確認することで DAPT から SAPT への減薬時期を検討し,1 年後までに虚血症状がなければ中止するようにしている.

以上より BA の破裂 BBAs に対する Barrel technique を用いて LVIS を 2 重ないし 3 重に展開する overlapping stent と瘤高位のコイル塞栓を組み合わせた Overlapping SACE は有効と考えられた.しかし,BA 後壁瘤は近傍に穿通枝が分岐しており,術後の穿通枝障害に留意が必要である.また,適切な multiple overlapping stent については更なる症例の蓄積と検討が必要と考えられた.

● 結語

破裂脳底動脈本幹部血豆状動脈瘤に対して, flow diverter により治療が適応できない本邦においては LVIS を用いた overlapping stent がその代替手段

になり得る.中でも Barrel technique を用いて LVIS を 2 重ないし 3 重に展開する overlapping stent と瘤高位のコイル塞栓を組み合わせた Overlapping SACE は有効と考えられるが, flow diverter 効果を期待して可能な限りステントは LVIS BLUE を選択することが望ましい.しかし,BA 後壁の BBAs に対しては術後穿通枝障害に留意し,適切な multiple overlapping stent については更なる症例の蓄積と検討が必要と考えられた.

●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。

●文献

1. Rouchaud A, Brinjikji W, Cloft H.J, et al. Endovascular Treatment of Ruptured Blister-Like Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis with Focus on Deconstructive versus Reconstructive and Flow-Diverter Treatments. American Journal of Neuroradiology 2015;36:2331-2339.
2. S Meckel, T P Singh, P Undrén, et al. Endovascular treatment using predominantly stent-assisted coil embolization and antiplatelet and anticoagulation management of ruptured blood blister-like aneurysms. AJNR 2011;32:764-71.
3. Kubilay Aydin, Anil Arat, Serra Sencer, et al. Treatment of ruptured blood blister-like aneurysms with flow diverter SILK stents. Journal of neurointerventional surgery 2015;7:202-9.

4. Young-Joon Kim, Jung Ho Ko. Sole stenting with large cell stents for very small ruptured intracranial aneurysms. *Interventional neuroradiology* 2014;20:45-53.
5. Juergen Konczalla, Florian Gessler, Markus Bruder, et al. Outcome After Subarachnoid Hemorrhage from Blood Blister-Like Aneurysm Rupture Depends on Age and Aneurysm Morphology. *World neurosurgery* 2017;105:944-951.
6. Endo S, Ogiichi TM, Kurimono T, et al. A pathological study of intracranial posterior circulation dissecting aneurysms with subarachnoid hemorrhage: report of three autopsied cases and review of the literature. *Neurosurgery* 1993;33:732-8.
7. Gonzalez AM, Narata AP, Yilmaz H, et al. Blood blister-like aneurysms: single center experience and systematic literature review. *Eur J Radiol* 2014;83:197-205.
8. Meling TR, Sorteberg A, Bakke SJ, et al. Blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery trunk causing subarachnoid hemorrhage: treatment and outcome. *J Neurosurg* 2008;108:662-71.
9. Horie N, Morikawa M, Fukuda S, et al. Detection of blood blister-like aneurysm and intramural hematoma with high-resolution magnetic resonance imaging: Case report. *Journal of Neurosurgery* 2011;115:1206-1209.
10. Hara Y, Sakai N, Yamashita H, et al. Overlapping Stent with Coil Embolization for Ruptured Blood Blister-like Aneurysm of the Internal Carotid Artery. *Jpn J Neurosurg (Tokyo)* 2016;25:157-163.

11. Mooney MA, Kalani MY, Nakaji P, et al. Long-term Patient Outcomes After Microsurgical Treatment of Blister-Like Aneurysms of the Basilar Artery. *Neurosurgery* 2015;11:387-93.

12. Chao W, Zhongbin T, Jian L, et al. Flow diverter effect of LVIS stent on cerebral aneurysm hemodynamics: a comparison with Enterprise stents and the Pipeline device. *J Transl Med* 2016;14:199.

13. Robert JD, Kuo C. Using the Barrel Technique with the LVIS Jr (Low-profile Visualized Intraluminal Support) Stent to Treat a Wide Neck MCA Bifurcation Aneurysm. *J Vasc Interv Neurol* 2015;8:25-27.

● 図表の説明

Fig.1 Image findings at hospitalization for Case 1.

A: Head CT (sagittal view) shows significant subarachnoid hemorrhage in the posterior cranial fossa.

B,C: MRA and 3D-DSA show no aneurysm and dissection.

Fig.2 DSA during perioperative period for Case 1.

A,B: Preoperative 3D-DSA on day10 shows a blood blister-like anterior wall aneurysm of basilar trunk (A:anterior view, B:lateral view). Arrows: the aneurysm.

C: Angiogram (lateral view) just before overlapping stent-assisted coil embolization (SACE) shows the blood blister-like anterior wall aneurysm of basilar trunk (arrow).

D: Angiogram (lateral view) after overlapping stent by two LVIS stents with coil embolization shows complete occlusion of the aneurysm (arrow).

White arrowhead: the proximal marker of LVIS 3.5×22 stent. Black arrowhead: the proximal marker of LVIS 4.5×23 stent.

E: Cone-beam CT and Final angiogram (anterior view) show overlapping stent by two LVIS stents with coil embolization.

Fig.3 Post-operative MRI and angiogram for Case 1.

A: Post-operative diffusion weighted imaging (DWI) shows no acute cerebral infarction.

B: Post-operative angiogram at 12 months shows no recurrence of the aneurysm.

Fig.4 Image findings at hospitalization and day5 for Case 2.

A: Head CT (saggital view) shows significant subarachnoid hemorrhage in the posterior cranial fossa.

B,C: MRA and 3D-DSA show no aneurysm and dissection.

D,E: Preoperative 3D-DSA on day5 shows a blood blister-like posterior wall aneurysm of basilar trunk (A: posterior view, B: lateral view). Arrows: the aneurysm.

Fig.5 DSA during perioperative period for Case 2.

A: Angiogram (lateral view) just before overlapping stent shows the blood blister-like posterior wall aneurysm of basilar trunk (arrow).

B: Angiogram (lateral view) after overlapping stent by two LVIS stents shows slight residual aneurysm (arrow). White arrowhead: the distal marker of LVIS Jr. 3.5×18 stent. Black arrowhead: the proximal marker of LVIS Jr. 3.5×23 stent.

C: Arterial late phase of the angiogram (lateral view) after overlapping stent by two LVIS stents shows slight residual aneurysm (arrow).

D,E: Final angiogram (D: anterior view, E: lateral view) after Overlapping stent by three LVIS stents with coil embolization during reoperation show slight residual aneurysm (arrow). White arrowhead: the distal marker of LVIS Jr. 3.5×18 stent. Black arrowhead: the proximal marker of LVIS Jr. 3.5×18 stent.

Fig.6 Post-operative MRI and angiogram after reoperation for Case 2.

A: Post-operative DWI after reoperation shows acute cerebral infarction at right pons.

B,C: Post-operative angiogram and 3D-DSA at 10 months shows no recurrence of the aneurysm.