

1 1) Manuscript type: Technical Note

2 2) The title:

3 Transfemoral carotid artery stenting using the proximal balloon protection for

4 the patients with severe elongation of the aortic arch

5 - The method of inner-catheter exchange with the balloon guide catheter

6 anchored: “BGA Exchange” method-

7

8 3) All authors:

9 Kei Miyata^{1,2}, Satoshi Iihoshi¹, Rintaro Yokoyama¹, Kentaro Toyama¹, Katsuya

10 Komatsu¹, Masahiko Wanibuchi¹, and Nobuhiro Mikuni¹

11

12 4) Institution:

13 Department of Neurosurgery, Sapporo Medical University ¹

14 Department of Emergency Medicine, Sapporo Medical University ²

15

16 5) Corresponding author: Kei Miyata

17 Department of Neurosurgery

18 Sapporo Medical University

19 South 1 West 16, Chuo-ku, Sapporo 060-8543, Japan

20 Phone: +81-11-611-2111

21 Fax: +81-11-614-1662

22 Email: miyata@sapmed.ac.jp

23

1 6) Keywords: CAS; transfemoral; proximal balloon protection; type III aortic

2 arch

3 7) All authors pledge that this manuscript does not contain

4 previously published material and is not under consideration for

5 publication elsewhere.

6

1 Title:

2 Transfemoral carotid artery stenting using proximal balloon protection for
3 patients with severe elongation of the aortic arch

4 - The method of inner-catheter exchange with the balloon guide catheter
5 anchored: “BGA Exchange” method-

6

7

8 Abstract

9 Objective: Anatomical factors such as aortic arch elongation or angulation
10 associated with elderly patients with arteriosclerotic change often make it
11 difficult to perform carotid artery stenting (CAS) via the transfemoral
12 approach under proximal balloon protection (PBP). We report a novel
13 technique of transfemoral CAS using the inner catheter exchange method for a
14 patient with a type III aortic arch.

15 Case presentation: A 78-year-old man presented with a symptomatic left
16 carotid artery stenosis. A balloon guide catheter (BGC) was needed for the
17 PBP via the transfemoral approach. First, the modified Simmons-shaped inner
18 catheter could not follow the half-stiff long guidewire to the external carotid
19 artery (ECA) by the co-axial method. Therefore, the inner catheter was safely
20 exchanged with the flexible JB2 catheter with the balloon of the BGC fully
21 inflated on the way to the left common carotid artery (CCA). Over the
22 half-stiff long guidewire and with the JB2 catheter advanced into the distal
23 portion of the left ECA beforehand, the BGC was successfully navigated into
24 the left CCA below the bifurcation. Further procedures were performed

1 without any complications.

2 Conclusion: This technique might be useful in patients at high risk of
3 distal thromboembolic complications in transfemoral CAS with
4 severe elongation of the aortic arch.

5

6 日本語タイトル：

7 Type III aortic arch に対する経大腿動脈アプローチでの頸動脈ステン
8 ト留置術；新しいバルーンガイディングカテーテル誘導法

9 - The method of inner-catheter exchange with the balloon guide catheter
10 anchored: “BGA Exchange” method-

11

12 要旨

13 【目的】経大腿アプローチが困難とされる大動脈弓形状：Type III
14 aortic arch に対する新しいガイディングカテーテル誘導法を紹介する。

15 【症例】78 歳男性、症候性の左頸動脈狭窄病変に対して、proximal
16 balloon protection (PBP) 下の CAS を計画した。高剛性のシモンズカテ
17 ーテルを軸にバルーンガイディングカテーテル (BGC) を総頸動脈近位
18 まで先進させた。次に balloon を最大拡張した状態で、インナーカテー
19 テルを追従性の高い JB2 カテーテルへ交換し BGC を頸動脈分岐部直下
20 に誘導しえた。【結論】本方法は高度な大動脈弓延長を有するアプローチ
21 困難例に対して、PBP 下の transfemoral CAS を可能にした。

22

23 緒言

24 高齢者や動脈硬化病変にしばしば合併する大動脈弓の延長 (arch

1 elongation) や bovine arch では、経大腿動脈アプローチでの頸動脈ステン
2 ト留置術 (carotid artery stenting :CAS) が困難である。¹⁾ このような場
3 合は、右上腕動脈アプローチが頻用されるが^{2) 3)}、穿刺部の阻血や左総
4 頸動脈への誘導困難例の存在、そして遠位塞栓予防に効果的とされる⁴⁾
5 バルーン付きガイディングカテーテル (Balloon guide catheter: BGC)を使
6 用した Proximal balloon protection (PBP)が選択されにくい⁵⁾、などの解決
7 すべき課題がある。またスネアワイヤーの併用^{6) 7)}、浅側頭動脈直接穿
8 刺法⁸⁾、そして頸動脈穿刺法^{9) 10)}などの対処法が報告されているが、こ
9 れらの手技は煩雑で一般的ではない。

10 今回我々は大動脈弓の高度延長を有する左頸部内頸動脈高度狭窄に対
11 し、PBP を用いた経大腿動脈アプローチの CAS を安全かつ有効に施行し
12 得たので、その手技 (The method of inner-catheter exchange with the
13 balloon guide catheter anchored: BGA Exchange method) について報告す
14 る。

15

16 症例提示

17 78 歳の男性、意識消失発作の精査でNASCET 95 %の左頸部頸動脈高度狭
18 窄を指摘された。脳MRI拡散強調画像では左下前頭回に亜急性期の虚血
19 病変を示し、脳血流SPECT画像では対側比20 %の脳血流低下を示した。
20 本病変は症候性かつ、血行再建術の適応と診断した。またBlack Blood法
21 による頸部MRIではT1等信号(プラーク:胸鎖乳突筋の信号比 1.06)で、
22 プラークの脆弱性はないと判断した。心臓エコー検査では左室駆動率の
23 低下 (ejection fraction: EF 35 %) を示したため、CEAハイリスクと判断
24 しCASを計画した。また3D-CTAでは胸部下行大動脈の屈曲と大動脈弓の

1 石灰化を認めた。Arch elongationの程度は、左CCA起始が大動脈弓内側カ
2 ープの低位から分岐するaortic arch type III¹¹⁾に該当した。(Fig. 1A, B)
3 これらの所見は、経大腿動脈アプローチでのCASが困難であることを示
4 唆した。しかし本症例は症候性の高度狭窄病変を有していたため、distal
5 embolic protection deviceの病変通過時に遠位塞栓のリスクが高いと判断
6 し、経大腿動脈アプローチによるPBPを選択した。

7

8 血管内治療

9 手技5日前からクロピドグレル75 mgとアスピリン100 mgを投与し、局
10 所麻酔下で手技を開始した。BGCには8 Fr OPTIMO temporary occlusion
11 balloon（東海メディカルプロダクツ、愛知）、そして誘導用インナーカ
12 テーテルにシャフト剛性が非常に高く、角度保持力が強い5.5 Fr modified
13 Simmons形状カテーテル(SIB; メディキット、東京) (Fig. 2)を選択し
14 た。右大腿動脈にCatheter Introducer (Long Sheath), 8 Fr, 40 cm (メディ
15 キット、東京)を留置した。まず上行大動脈内操作によりSIBのシモン
16 ズ形状の作成を試みた。しかしガイドワイヤーとカテーテル先端が心室
17 内に迷入し発作性頻脈や完全房室ブロックを来たした。そのため総腸骨
18 動脈合流部でクロスオーバーテクニックを用いてSIBのシモンズ形状を
19 形成した。

20 Fig. 3A-Gに手技の詳細を提示する。BGC内腔に0.035 inch 300 cm ロ
21 ングガイドワイヤー(Radifocus Guidewire M standard type; テルモ、東京)
22 とJB2形状のインナーカテーテル(TEMPO™ BENTSON II 5 Fr, 125 cm
23 SPECIAL, Cordis, Cardinal Health Inc, Dublin, OH, USA)を挿入し、対側の

1 左大腿動脈遠位に誘導した。(Fig. 3 A) ガイドワイヤーを残して JB2
2 を抜去し、exchange 法で SIB を左総腸骨動脈に誘導した。SIB を総腸骨
3 動脈の合流部分まで引き戻しシモンズ形状を作成した。(Fig. 3 B) その
4 形状を保持した状態で胸腹部大動脈内を上行させ、左 CCA 起始に SIB を
5 挿入した。(Fig. 3 C) Half-stiff 0.035 inch 300 cm ロングガイドワイヤー
6 (Radifocus Guidewire M half stiff type; テルモ, 東京)を ECA の十分遠位ま
7 で進めた。SIB に traction をかけつつ、バルーンを half-inflation した状態
8 の BGC を SIB 先端の高さまで誘導した。(凧揚げ法: “Kite-flying” method)
9 (Fig. 3 D 矢印) さらに balloon を最大拡張させて BGC を固定した
10 状態で、SIB を遠位に誘導することを試みた。しかし SIB が先進せ
11 ず、逆に BGC が kickback しシステム全体が滑落しかけた。

12 そのため追従性の高いインナーカテーテルへの交換を企図した。その
13 手技 (The method of inner catheter exchange with the balloon guide catheter
14 anchored: BGA Exchange method) の詳細を以下に示す。BGC の滑落を防
15 ぐために BGC のバルーンを最大拡張した。ロングガイドワイヤーを残し
16 て BGC 内腔から SIB を慎重に抜去した。(Fig. 3 E 点線矢印)次に exchange
17 法で JB2 を挿入し、ECA 遠位まで誘導した。(Fig. 3 F 矢印)最後にバ
18 ルーン拡張を解除し、BGC を総頸動脈遠位に留置しえた。(Fig. 3 G 矢
19 頭) バルーン閉塞時間は 3 分であった。

20 これ以降は double balloon protection の CAS を施行した。PBP 下に
21 Carotid Guardwire/ PercuSurge 300 cm (Covidien, Minneapolis, MN, USA)
22 を病変通過させ、左内頸動脈に誘導した。distal balloon protection を追加
23 し、前拡張は Sterling™ Monorail™ Balloon Catheter 3.0 mm-40 mm
24 (Boston Scientific, Marlborough, MA, USA)、ステントは Protege™ RX

1 Carotid Stent System, Tapered 8/ 6 mm-40 mm (Medtronic, Dublin, Ireland)、
2 そして後拡張は Sterling 4.0 mm-30 mm (Boston Scientific) を使用した。
3 術後の血管撮影 (Fig. 4B) では有効な拡張がえられ、合併症なく手技を終
4 了した。(全手技時間 1 時間 55 分 総血流遮断時間 18 分, heparin 総
5 投与量 5000 単位, ACT 最高値 310 秒) 術翌日の DWI では新規虚血巣
6 の出現を認めなかった。

7

8 考察

9 “BGA Exchange” method は、経大腿動脈アプローチが困難な大動脈弓形状
10 を有する頸動脈狭窄病変に対し、PBP 下での CAS 手技の成功に寄与した。
11 既知の報告¹²⁾では、目標血管の開口部から下行大動脈起始までの距離が
12 長いことが手技困難の予測因子であった。本症例では左 CCA orifice から
13 大動脈弓の頂点までの水平距離が長く、左 CCA が大動脈弓の低位から狭
14 い角度で分岐していた。さらに type III aortic arch と石灰化を合併し、経
15 大腿動脈アプローチが困難である解剖学的特徴を複数有していた。その
16 ために今回提唱するガイディングカテーテルを誘導するための “BGA
17 Exchange “ method を要した。

18 本手技の 2 つの特徴は、1. 形状の異なる 2 種類のインナーカテーテルを
19 使用したこと、そして 2. BGC を誘導する際に適宜バルーンを拡張させた
20 ことである。

21 1. 形状の大きく異なる 2 種類のインナーカテーテルを交互に使い分け
22 て、BGC を安全に誘導することができた。まず高いシャフト剛性を有す
23 る modified Simmons 形状の SIB と ECA 遠位まで挿入した half-stiff ロン

1 グガイドワイヤーを軸にして、BGCは大動脈弓と左 CCA 起始がなす屈曲
2 を超えることができた。シャフト剛性の不十分な Simmons 形状カテーテ
3 ルでは、先端の屈曲形状が容易に開き、ガイドワイヤーが心臓側に滑落
4 するであろう。その反面、SIB は形状記憶が強いため、インナーカテー
5 テルに求められる遠位血管への追従性に欠ける。そこで柔軟性を備えた
6 JB2 ヘインナーカテーテル変更し、BGC を適切な頸動脈分岐直下の位置
7 まで誘導することができた。

8 2. BGC とインナーカテーテルを目標血管へ誘導するために、適宜バル
9 ーンを拡張させた。まず凧揚げ法 (“Kite-flying” method)では、血流に乗
10 せるよう先端バルーンを half-inflation し BGC を SIB 先端まで誘導した。
11 さらに”BGA Exchange” method では、balloon を最大拡張し、BGC を左総
12 頸動脈に固定 (“anchoring”) した。BGC のバルーン拡張は SIB 抜去時に
13 BGC を安定化させ、大動脈弓へシステム全体が滑落することを防いだ。
14 また強いサポートをもたらし JB2 を ECA 遠位まで確実に挿入することに
15 寄与した。本法は、経大腿動脈アプローチが困難な aortic elongation を
16 有する症例、そして右上腕アプローチが困難な左頸動脈病変に対して有
17 効であることが示唆された。その他、BGC を併用した stent-retriever によ
18 る急性期血行再建術への応用も可能である。

19 本手技は BGC の誘導中にインナーカテーテルの交換とバルーンの使用
20 という通常の CAS とは異なる過程が加わるので、以下の留意すべき点が
21 存在する。まずインナーカテーテルを交換せずに BGC を総頸動脈遠位
22 まで誘導することを試してみる。例えば balloon を拡張させて BGC を固
23 定(anchoring)した状態で、Simmons 形状カテーテルを ECA へ先進させる
24 ことを試みるべきである。虚血不耐性例では BGC のバルーン拡張時間を

1 なるべく短時間にする。総頸動脈の径が太い場合(12 mm 以上)に
2 は、“anchoring” ができないことがある。大動脈弓の分岐角度が強い場合
3 には BGC が屈曲 (“kinking”)し、バルーン操作やデバイス通過が困難なこ
4 とがある。そして、9 Fr の BGC を選択する場合には、4 Fr の Simmons
5 形状 カテーテルと柔軟な 6 Fr カテーテルを用いた triple axial system
6 が BGC の誘導に有用かもしれない。本手技を施行できない状況は、シモ
7 ンズ形状を作成できない場合、SIB 先端を総頸動脈入り口に誘導できな
8 い場合、そして stiff-type または half stiff-type の 0.035 inch ガイドワイヤ
9 ーを外頸動脈まで誘導できない場合である。石灰化や高度動脈硬化性変
10 化を来たした大動脈弓内での不用意なカテーテル操作は多くの合併症を
11 もたらす。¹⁾ 一つの手技にこだわらず、様々なアクセスのオプションを
12 手に入れることが手技成功の一助となる。

13

14 結語

15 重篤な大動脈弓延長を有する頸動脈狭窄病変に対して、経大腿動脈アプ
16 ローチにより、PBP 下の CAS を安全に施行できた。BGC は PBP による
17 遠位塞栓予防だけではなく、アクセス困難な病変へのカテーテル誘導に
18 も非常に有用であった。

19

20 本論文に関して開示すべき開示すべき利益相反は存在しない。

21

22

23

1 References

- 2 1) Lam RC, Lin SC, DeRubertis B, et al. The impact of
3 increasing age on anatomic factors affecting carotid
4 angioplasty and stenting. *J Vasc Surg* 2007; 45: 875-880.
- 5 2) Gonzalez LF, Albuquerque FC, McDougall C, . Access.
6 Neurointerventional techniques tricks of the trade.
7 Brachial and Radial Artery Access. New York: Thieme
8 Medical Publishers; 2015:16-19.
- 9 3) Dahm JB, van Buuren F, Hansen C, et al. The concept of an
10 anatomy related individual arterial access: Lowering
11 technical and clinical complications with transradial access
12 in bovine- and type-iii aortic arch carotid artery stenting.
13 *Vasa* 2011; 40: 468-473.
- 14 4) Stabile E, Sannino A, Schiattarella GG, et al. Cerebral
15 embolic lesions detected with diffusion-weighted magnetic
16 resonance imaging following carotid artery stenting: A
17 meta-analysis of 8 studies comparing filter cerebral
18 protection and proximal balloon occlusion. *JACC*
19 *Cardiovasc Interv* 2014; 7: 1177-1183.
- 20 5) Koge J, Nakahara I, Ohta T, et al. Carotid artery stenting
21 under proximal balloon protection via the transbrachial
22 approach using a balloon guiding catheter: Sheathless
23 method with 9fr optimo. *JNET* 2015; 9: 108-114.
- 24 6) Uda T, Murata K, Ichinose T, et al. [usefulness of the goose

- 1 neck snare for holding the guiding catheter for carotid
2 artery stenting]. *No shinkei geka. Neurological surgery*
3 2007; 35: 673-676.
- 4 7) Ventoruzzo G, Biondi-Zoccai G, Maioli F, et al. A tailored
5 approach to overcoming challenges of a bovine aortic arch
6 during left internal carotid artery stenting. *J Endovasc*
7 *Ther* 2012; 19: 329-338.
- 8 8) Mitsuhashi Y, Nishio A, Kawakami T, et al. New
9 pull-through technique using the superficial temporal
10 artery for transbrachial carotid artery stenting. *Neurologia*
11 *medico-chirurgica* 2009; 49: 320-324.
- 12 9) Bergeron P. Direct percutaneous carotid access for carotid
13 angioplasty and stenting. *J Endovasc Ther* 2015; 22:
14 135-138.
- 15 10) Matsuda Y, Terada T, Masuo O, et al. The clinical results of
16 transcervical carotid artery stenting and frequency chosen
17 as the approach route of carotid artery stenting in 1,067
18 consecutive cases. *Acta neurochirurgica* 2013; 155:
19 1575-1581.
- 20 11) Lin SC, Trocciola SM, Rhee J, et al. Analysis of anatomic
21 factors and age in patients undergoing carotid angioplasty
22 and stenting. *Ann Vasc Surg* 2005; 19: 798-804.
- 23 12) Madhwal S, Rajagopal V, Bhatt DL, et al. Predictors of
24 difficult carotid stenting as determined by aortic arch

1 angiography. *J Invasive Cardiol* 2008; 20: 200-204.

2

3 Figure legends

4

5 Figure 1

6 A: Maximum intensity projection (MIP) of 3D-CT angiography

7 showed tortuosity and prominent calcification of the descending

8 aorta.

9 B: Left anterior oblique view of CTA showed prominent

10 calcification of the left internal carotid artery and the origin of

11 the left common carotid artery presenting a type III aortic arch.

12

13 Figure 2

14 Tip of the 5.5 Fr Modified Simmons-shaped catheter (SIB; Medikit,

15 Co. Ltd., Tokyo)

16

17 Figure 3

18 Schematic drawing and fluoroscopic images of “ the method of inner-catheter

19 exchange with the balloon guide catheter anchored: BGA Exchange method”

20 A: 0.035-inch long guidewire and the JB2 catheter were advanced into the

21 contralateral left femoral artery.

1 B: The JB2 catheter was exchanged with a modified Simmons-shaped “SIB”
2 catheter over the long guidewire. The SIB catheter was pulled back to the
3 union of the common iliac artery, and shaped into a “Simmons-angle.” (arrow)
4 C: The SIB catheter was advanced through the descending aorta with the
5 “Simmons-angle” maintained, and introduced into the origin of the common
6 carotid artery (CCA).
7 D: The half-stiff 0.035-inch long guidewire was inserted into the distal
8 portion of the external carotid artery (ECA). The Balloon guide catheter
9 (BGC) was advanced up to the level of the SIB catheter tip with the balloon
10 half inflated (the “Kite-flying” method). (arrow)
11 E: To prevent the BGC from slipping down, the tip of the balloon was fully
12 inflated and anchored to the left CCA. The SIB catheter was carefully
13 extracted from the lumen of the BGC. (dot-arrow)
14 F: Over the long half-stiff wire, the JB2 catheter was advanced into the distal
15 ECA. (arrow)
16 G: The BGC was positioned in the left common carotid artery below the
17 bifurcation with the balloon of the BGC deflated. (arrowhead)

18

19 Figure 4

20 A: Preoperative left common carotid angiogram (lateral view) showed 95%
21 stenosis of the left internal carotid artery (ICA).

22 B: Postoperative left common carotid angiogram (lateral view) showed
23 adequate dilatation of the left ICA.

24

Fig.1



Fig. 2

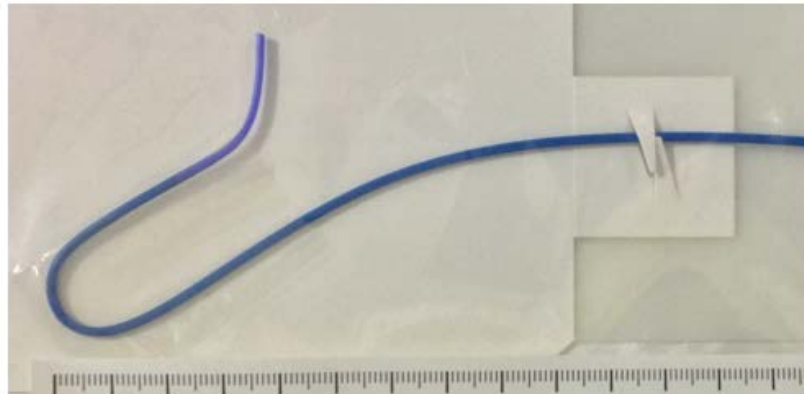


Fig.3

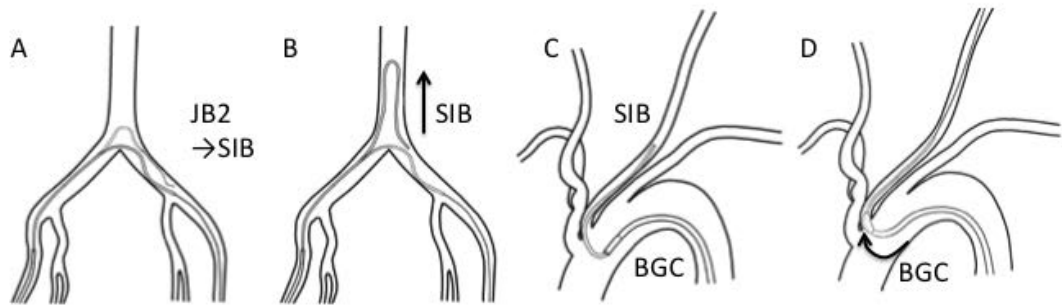


Fig.3 (continued)

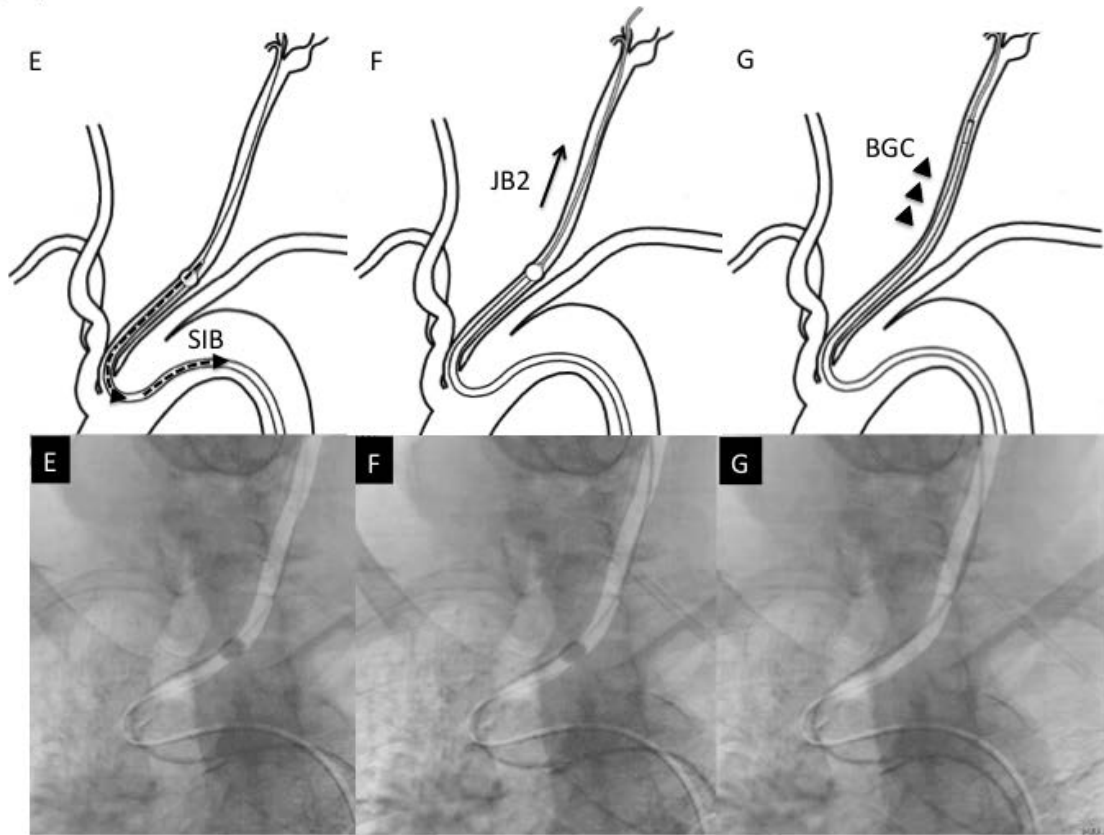


Fig.4

