

原著

緊急血行再建術におけるバルーンガイディングカテーテル誘導困難例に対する
Balloon-Inflation Anchoring Technique の有用性

Balloon-Inflation Anchoring Technique for Insertion of a Guiding Catheter in Acute
Mechanical Thrombectomy

国立病院機構 九州医療センター 脳血管センター・臨床研究部 脳血管内治療科
徳永 聡 鶴崎 雄一郎 三本木 良紀 津本 智幸

So Tokunaga M.D. Yuichiro Tsurusaki M.D. Yoshiki Sambongi M.D. Tomoyuki Tsumoto
M.D., Ph.D.

Department of Neuroendovascular Therapy, Clinical Research Institute, National
Hospital Organization Kyushu Medical Center

連絡著者：徳永 聡

所属：神戸市立医療センター中央市民病院 脳神経外科

〒650-0047

兵庫県神戸市中央区港島南町 2-1-1

Tel: 078-302-4321 Fax: 078-302-7537

Department of Neurosurgery, Kobe City Medical Center General Hospital
2-1-1, Minatojima minamimachi, Chuo-ku Kobe-shi, Hyogo 650-0047, Japan
Tel: +81-78-302-4321 Fax: +81-78-302-7537
E-mail: tokunaga_so@yahoo.co.jp

Key Words: Balloon-inflation anchoring technique, Bovine aortic arch, type 3 aortic
arch, acute ischemic stroke, thrombectomy

宣言

『本論文を、日本脳神経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。』

1 和文要旨：

2 【目的】

3 一般的にガイディングカテーテル (Guiding catheter; GC) 誘導が困難とされる大動脈弓部
4 の解剖学的要因として、動脈硬化が高度で屈曲が強い症例やtype 3 aortic arch、Bovine aortic
5 archが挙げられる。我々はこのような症例に対して、Balloon-Inflation Anchoring Technique
6 (BIAT) を用いてバルーン付きGC (Balloon Guiding catheter; BGC) を誘導している。今回、
7 BIATを紹介し、その有用性に関して検討した。

8 【対象と方法】

9 2014年1月から2016年2月までに前方循環の脳主幹動脈閉塞に対して緊急血行再建術を施
10 行した連続44症例を対象とした。対象症例のうち上記の解剖学的要因を有し、かつ、通常
11 の方法ではBGC誘導が困難であった症例に対して、BIATを用いてBGC誘導を試みた。BIAT
12 は、BGCを用いて腕頭動脈もしくは左総頸動脈起始部でバルーンを最大拡張させanchoring
13 することでインナーカテーテルを末梢側へ誘導し、その後バルーンをわずかにdeflateし、
14 flow-guideとすることで目標血管までBGCを誘導するテクニックである。

15 【結果】

16 BGC誘導困難症例は全44症例中8症例、18%であった。BGC誘導困難例以外の対照群の
17 平均年齢が68.9歳であるのに対し、対象症例の平均年齢は79.7歳と有意に高齢であった
18 ($p=0.025$)。BIATを用いることで、全症例でBGC誘導が可能でtechnical successは100%で
19 あった。手技に伴う合併症は認めなかった。大腿動脈穿刺開始からBGC留置に要した時間
20 は、対照群が平均15.7分であったのに対し、BIATで誘導を行った症例は平均20.3分であっ
21 た。平均で4.6分程度時間を余分に費やしていたが、両群間で有意差を認めなかった
22 ($p=0.35$)。

23 【結論】

24 緊急血行再建術を施行した症例の18%がBGC誘導困難症例で有意に高齢者に多かった。
25 BIATを用いることにより、全症例でBGC誘導が可能であった。穿刺開始からBGC留置まで
26 平均20分と比較的短時間に誘導が可能であり、治療時間が患者転帰に直結する緊急血行再
27 建術の際に特に有用と思われた。

28

1 緒言

2 発症後6時間以内の前方循環近位部閉塞による急性期虚血性脳卒中に対する緊急血行再
3 建術は、rtPA静注療法単独と比較して90日後の機能的転帰を改善させることが示された¹⁾⁵⁾。
4 また、治療の際のガイディングカテーテル (Guiding Catheter; GC) としてバルーン付き
5 ガイディングカテーテル (Balloon Guiding Catheter; BGC) を用いることで通常のGCと比
6 較して良好な再開通、良好な患者転帰が得られることが知られており、その使用が勧めら
7 れる⁶⁾。しかしながら、BGCは通常のGCと比較して太く、硬いため誘導に苦慮することが
8 ある。

9 一般的にGC及びBGC誘導が困難とされる大動脈弓部の解剖学的要因として、動脈硬化が
10 高度で屈曲が強い症例やtype 3 aortic arch、Bovine aortic archが挙げられる⁷⁻⁹⁾。治療に時
11 間的制約のない頸動脈ステント留置術やコイル塞栓術の際は、経上腕動脈アプローチ等、
12 他のアプローチに切り替えることが可能であるが、緊急血行再建術等、再開通までの時間
13 が治療成績、患者転帰に直結する症例に関しては、短時間でのBGC誘導が望ましい。今回
14 我々は、緊急血行再建術におけるBGC誘導困難例に対する対処法の1つとして、
15 Balloon-Inflation Anchoring Technique (BIAT) を紹介し、その有用性に関して検討を行
16 ったので報告する。

17

18 対象

19 2014年1月から2016年2月までに前方循環の脳主幹動脈閉塞に対して緊急血行再建術を
20 施行した連続44症例を対象とした。BGC誘導困難の定義として、大動脈弓部に高度屈曲、
21 type 3 aortic arch、Bovine aortic archのいずれかの解剖学的特徴を有し、かつ、通常の方
22 法ではBGC誘導が不可能であった症例とした。なお高度屈曲の定義としては、左総頸動脈
23 と大動脈弓部がなす角が30度以下の症例とした¹⁰⁾。また、type 3 aortic archの定義として
24 は、大動脈弓の最高端から腕頭動脈起始部までの高さが左総頸動脈径の2倍以上の症例とし
25 た¹¹⁾。同期間で、大腿動脈の問題で経上腕動脈アプローチに切り替えた1症例があったが、
26 これは対象から除外した。

27

28 方法

29 まず、BIATの方法を解説する。使用するシステムは、BGCとして9Fr OPTIMO (東海メ
30 ディカルプロダクツ、愛知)、インナーカテーテルとして6Fr JB2 catheter (メディキット、
31 東京)、ガイドワイヤーとしてアングル型 0.035" ラジフォーカス standard-stiff 150 cm
32 (テルモ株式会社、東京) を基本的に使用し、同軸システムでBGC誘導を行った。BGC誘
33 導以前にガイドワイヤーを誘導することが困難な場合や6Fr JB2 catheterの誘導が困難な

1 場合は、折り返し後の丈が10cmと長くバックアップの強い6Fr modified Simmons SY6
2 catheter (ガドリウス・メディカル、東京) をインナーカテーテルとして使用することで、
3 ガイドワイヤーの誘導が可能となり、その後、6Fr modified Simmons SY6 catheterの誘導
4 を行った。BIATは2つのステップで構成される。BGC誘導困難例では、インナーカテー
5 テルを腕頭動脈、左総頸動脈へ誘導しようとするとう行大動脈に滑落してしまうことがよく
6 経験される。そこでインナーカテーテルを乗り越えてBGCを先に誘導し、腕頭動脈起始部
7 もしくは左総頸動脈起始部の位置でバルーンを最大拡張させ、BGCをanchoringすることで
8 インナーカテーテル誘導が可能となる (Figure)。これが第一ステップである。その後、
9 インナーカテーテルを末梢側へ誘導したうえで、バルーンをわずかにdeflateし、flow-guide
10 とすることで目的の位置までBGCを誘導する。これが第二ステップである。これら2つのス
11 テップを合わせてBIATと名付けた。本シリーズではBGC誘導困難症例に対して、このBIAT
12 を用いてBGC誘導を試みた。

13

14 結果

15 BGC 誘導困難症例は全 44 症例中 8 症例 (男性 5 症例、女性 3 症例)、18%であった。
16 BGC 誘導困難例以外の対照群 36 症例の平均年齢が 68.9 歳であるのに対し、BGC 誘導困
17 難症例の平均年齢は 79.7 歳と有意に高齢であった ($p=0.025$)。8 症例の患者背景、解剖学
18 的特徴、使用した BGC システム等を Table に示す。高度屈曲が 2 症例、type3 aortic arch
19 が 5 症例、Bovine aortic arch が 1 症例であった。GC は 8 症例中 7 症例が 9Fr OPTIMO
20 で、1 症例が 7Fr OPTIMO であった。インナーカテーテルは 5 症例が 6Fr JB2 catheter
21 を使用しており、そのうち 1 症例が 6Fr SY6 catheter への変更が必要であった。2 症例は
22 はじめから 6Fr SY6 catheter を使用した。BGC として 7F OPTIMO を使用した症例はイ
23 ンナーカテーテルとして 4Fr JB2 catheter を使用した。全症例で BGC の誘導が可能であ
24 り、technical success は 100%であった。大腿動脈穿刺開始から BGC 留置に要した時間は、
25 対照群が平均 15.7 分であったのに対し、BGC 誘導困難症例は平均 20.3 分であった。平均
26 で 4.6 分程度時間を余分に費やしていたが、両群間で有意差を認めなかった ($p=0.35$)。
27 手技に伴う合併症は認めなかった。

28

29 考察

30 脳主幹動脈閉塞に対する緊急血行再建術が、2015 年の国際脳卒中学会において 3 つのラ
31 ンダム化比較試験¹⁻³⁾でその有効性が示され、以降もその有効性を証明する報告が続いてい
32 る^{4,5)}。本邦においても、Stent Retriever をはじめとした新規デバイスの登場により高い
33 再開通率、良好な機能転帰が得られるようになり、現在は、さらなる予後改善を目指して、

1 治療時間を短縮することの重要性が注目されている。しかしながら、解剖学的要因により
2 治療に時間を要することがしばしば経験される。Ribo ら¹⁰⁾による経大腿動脈アプローチに
3 よる緊急血行再建術 130 例の検討では、5.1%でカテーテルによるアクセスが不可能であり、
4 これらの症例では再開通率が低く、患者転帰も不良であった。さらにアクセス容易症例で
5 は大腿動脈穿刺から中央値 20 分でアクセス可能であったのに対し、解剖学的要因でアクセ
6 ス困難であった症例では約 30 分間の浪費がみられたとしている。IMS-III のサブ解析¹²⁾
7 によると、再開通が 30 分間遅れる毎に患者の予後良好が 12%減少すると報告されており、
8 緊急血行再建術においては、治療時間が治療成績、患者転帰に直結するため、短時間で
9 GC 誘導が求められる。

10 また、北米における Solitaire FR (Medtronic, Minneapolis, MN, USA) の市販後調査で
11 ある NASA Registry (North American Solitaire Acute Stroke Registry) のサブ解析⁶⁾に
12 よると、緊急血行再建術 338 症例のうち 44%で治療の際に BGC が使用されており、BGC
13 群と GC 群の 2 群間比較を行ったところ、GC 群に比較して BGC 群において有意に追加治
14 療が不要 (20% versus 28.6%;p=0.05)、治療時間も短時間 (120±28.5 versus 161±
15 35.6minutes;p=0.02)、TICI 3 の良好な再開通率も高く (53.7% versus 32.5%;p=0.05)、
16 良好な患者転帰 (51.6% versus 35.8%;p=0.02) であった。BGC の使用が独立した予後良
17 好因子であると報告しており、緊急血行再建術において可能な限り、BGC を使用すること
18 が推奨されている。

19 このように短時間で BGC を留置することが緊急血行再建術において重要とされている
20 が、実臨床で GC の誘導に難渋することをしばしば経験する。一般的に BGC および GC 誘
21 導困難となる大動脈弓部の解剖学的要因として、高度屈曲病変、type 3 aortic arch、Bovine
22 aortic arch が知られている。高度屈曲病変の定義は様々であるが、Madhwal ら¹³⁾は、左
23 総頸動脈と大動脈弓部がなす角が 30 度以下の病変を高度屈曲と定義し頸動脈ステント留置
24 術を困難とする解剖学的要因の一つとして報告している。また大動脈弓の頂点から腕頭動
25 脈あるいは左総頸動脈起始部との高さの差が左総頸動脈径の何倍かによって type 1~3 に
26 分けられ、腕頭動脈と左総頸動脈がほぼ同じ高さから起始するものを type 1、左総頸動脈
27 径の 1-2 倍以内に起始するものを type 2、左総頸動脈径の 2 倍以上離れて起始するものを
28 type 3 とし、type 3 が最も GC 誘導困難とされる¹¹⁾。Bovine aortic arch に関しては、腕
29 頭動脈と左総頸動脈が共通幹から分岐するパターンと腕頭動脈から左総頸動脈が分岐する
30 パターンの 2 種類が知られており、報告によってその頻度は様々であるが前者は全体の 13%
31 程度、後者は全体の 9%程度にみられるとされる¹⁴⁻¹⁷⁾。

32 今回の検討では、BGC 誘導困難症例は全体の約 18%にみられ、平均年齢 79.7 歳と有意
33 に高齢者が多かった。また、BIAT を用いることにより BGC 誘導困難例 8 例中全例で誘導

1 可能であった。BIAT は、通常の経大腿動脈アプローチで、緊急血行再建術で推奨される
2 BGC を使用しながら、治療時間を遅延させる事なく誘導できる方法であった。このため、
3 しばしば遭遇する BGC 誘導困難時には試みるべきテクニックと考えた。

4 BIAT の問題点として、BIAT は動脈硬化が強い症例に対して行われることが多いため、
5 バルーンを拡張させることによりプラークを破綻させるリスクや血管解離を引き起こすリ
6 スクが危惧される。その一方で、バルーンを拡張させることにより BGC 先端は血管の中心
7 部に位置するため、インナーカテーテルによるプラークや血管壁の損傷は低減出来ると思
8 われ、実際本研究においても合併症は認めなかった。また、bovine aortic arch や type 3
9 aortic arch に関しても、頸動脈ステント留置術における合併症が増加することが報告^{8, 18)}
10 されており、BIAT においても同様に合併症を増加させるリスクが高いことが予想されるが、
11 脳主幹動脈閉塞に対する緊急血行再建術という短時間で治療を完遂しなければならない状
12 況においては、BGC 誘導が最も優先されるべきであり、BIAT を躊躇する必要はないと考
13 える。

14 本研究で用いた BIAT の他に GC 誘導困難時に用いられる手技として、
15 Carotid-compression technique や Goose-neck snare で GC を保持する方法、総頸動脈直
16 接穿刺等がある。吉村ら⁹⁾は、GC 誘導困難例に対して Carotid-compression technique を
17 用いることで、technical success 83%、手技合併症 0%と報告している。この technique は
18 安全、簡便であり、時間を消費することなく施行可能であることから、緊急血行再建術に
19 おいて有効と考えられる。Goose-neck snare を用いる方法は、経上腕動脈アプローチの追
20 加が必要なうえ、手技が比較的煩雑であるため、緊急血行再建術には不向きと思われる。
21 また、経大腿動脈アプローチが困難な症例に対して頸動脈直接穿刺での transcervical
22 access が有用とする報告もみられる¹⁹⁾。この報告では、transcervical access により全症例
23 で治療が可能であり、頸動脈穿刺は 5-15 分で行われ、頸動脈穿刺後 7-49 分で閉塞血管の
24 再開通が得られている。transcervical access は大動脈弓部の解剖学的な要因に左右されず、
25 目的部位へのアプローチが可能である一方、約 14%で気管内挿管が必要となる皮下血腫形
26 成を認めており侵襲的な手技といえる。さらに、経大腿動脈アプローチからの切り替えに
27 20 分以上を要しており、治療時間の観点からも transcervical access は最終手段といえよ
28 う。Haussen ら²⁰⁾は、緊急血行再建術において、鼠径部、大動脈弓部の解剖学的要因から
29 経大腿動脈アプローチが困難な症例に対する経橈骨動脈アプローチの有用性を報告してい
30 る。1001 症例のうち 15 症例、1.5%で経橈骨動脈アプローチが行われ、手技合併症なく治
31 療を完遂している。しかしながら経大腿動脈アプローチから経橈骨動脈アプローチへの切
32 り替えに平均 1.9±1.3 時間を要している。さらに、橈骨動脈穿刺から閉塞血管の再開通ま
33 で平均 2.2±1.0 時間を要しており、緊急血行再建術の手技時間としては浪費時間が長いこ

1 とがわかる。経大腿動脈アプローチが不可能な場合においてのみ経橈骨動脈アプローチが
2 選択される。

3 本研究の欠点として、症例数が少ないことが挙げられる。本シリーズでは幸い BIAT を
4 用いることで全症例治療可能であったが、症例が少数であるため、BIAT ですべての症例で
5 対応可能とは断言できない。しかしながら、時間を要する経上腕動脈アプローチや頸動脈
6 直接穿刺などに切り替える前に試してみるべきテクニックであると考え。

7

8 結論

9 緊急血行再建術を施行した症例の18%がBGC誘導困難症例で有意に高齢者に多かった。
10 BIATを用いることにより、全症例でBGC誘導が可能であった。穿刺開始からBGC留置まで
11 平均20分と比較的短時間にBGC留置が可能であり、治療時間が患者転帰に直結する緊急血
12 行再建術の際に特に有用と思われた。

13

14 利益相反の開示

15 筆頭著者および共著者全員が利益相反はない。

16

1 文献

- 2 1) Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial
3 treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 11-20.
- 4 2) Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al: Endovascular therapy for ischemic
5 stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med* 2015; 372: 1009-1018.
- 6 3) Goyal M, Demchuk AM, Menon BL, et al: Randomized assessment of rapid
7 endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 1019-1030.
- 8 4) Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al: Stent-retriever thrombectomy after intravenous
9 t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2285-2295.
- 10 5) Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al: Thrombectomy within 8 hours after symptom
11 onset in ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2296-2306.
- 12 6) Nguyen TN, Malisch T, Castonguay AC, et al: Balloon guide catheter improves
13 revascularization and clinical outcomes with the solitaire device: analysis of the
14 north American solitaire acute stroke registry. *Stroke* 2014; 45: 141-145.
- 15 7) Faggioli G, Ferri M, Rapezzi C, et al: Atherosclerotic aortic lesions increase the risk
16 of cerebral embolism during carotid stenting in patients with complex aortic arch
17 anatomy. *J Vasc Surg* 2009; 49: 80-85.
- 18 8) Lam RC, Lin SC, DeRubertis B, et al: The impact of increasing age on anatomic
19 factors affecting carotid angioplasty and stenting. *J Vasc Surg* 2007; 45: 875-880.
- 20 9) Yoshimura S, Enomoto Y, Kitajima H, et al: Carotid-compression technique for the
21 insertion of guiding catheters. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27: 1710-1711.
- 22 10) Ribo M, Flores A, Rubiera M, et al: Difficult catheter access to the occluded vessel
23 during endovascular treatment of acute ischemic stroke is associated with worse
24 clinical outcome. *J Neurointerventional Surg* 2013; 5 1): i70-73.
- 25 11) Criado FJ: Mastering Carotid Intervention. *Endovascular Today* 2003; 9: 65-68.
- 26 12) Sun CH, Ribo M, Goyal M, et al: Door-to-Puncture: A Practical Metric for Capturing
27 and Enhancing System Processes Associated With Endovascular Stroke Care,
28 Preliminary Results From the Rapid Reperfusion Registry. *J Am Heart Assoc* 2014;
29 3: e000859.
- 30 13) Madhwal S, Rajagopal V, Bhatt DL, et al: Predictors of difficult carotid stenting as
31 determined by aortic arch angiography. *J Invasive Cardiol* 2013; 20: 200-204.
- 32 14) Lippert H, Pabst R.: Aortic arch. In: *Arterial Variations in Man: Classification and*
33 *Frequency*. Munich, Germany: JF Bergmann-Verlag 1985; 3-10.

- 1 15) De Garis CF, Black IB, Riemenschneider EA: Patterns of the aortic arch in
2 American white and Negro stocks, with comparative notes on certain other
3 mammals. *J Anat* 1933; 67: 599-618.
- 4 16) Layton KF, Kallmes DF, Cloft HJ, et al: Bovine aortic arch variant in humans:
5 Clarification of a common misnomer. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27: 1541-1542.
- 6 17) Vitek JJ: Bovine Aortic Arch. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007; 28: 1205.
- 7 18) Faggioli GL, Ferri M, Freyrie A, et al: Aortic arch anomalies are associated with
8 increased risk of neurological events in carotid stent procedures. *Eur J Vasc*
9 *Endovasc Surg.* 2007; 33: 436-441.
- 10 19) Jadhav AP, Ribo M, Grandhi R, et al: Transcervical access in acute ischemic stroke. *J*
11 *Neurointerventional Surg* 2014; 6: 652-657.
- 12 20) Haussen DC, Nogueira RG, DeSousa KG, et al: Transradial access in acute ischemic
13 stroke intervention. *J NeuroIntervent Surg* 2016; 8: 247-250.

1 Figure Legends :
2
3
4 Figure: The angiogram and illustration show how to navigate a BGC in a case with
5 type 3 aortic arch.
6 A. The innominate artery angiogram.
7 B-D. Plain X-ray films during navigating a BGC up to the right common carotid artery.
8 E. First, a 6F SY-6 catheter is placed in the innominate artery, then a 0.035 inch wire is
9 advanced up to the right internal carotid artery.
10 F. A 9F OPTIMO is advanced along a 6F SY-6 catheter, then a balloon is inflated
11 maximally to stabilize the BGC to the innominate artery.
12 G. A 6F SY-6 catheter is advanced more distally during inflating the balloon.
13 H. Then, the BGC follows the inner catheter with a flow-guide fashion after deflating
14 the balloon slightly.
15 Arrow: tip of the inner catheter, Arrow head: tip of the BGC
16 Abbreviation
17 Fr: French, BGC: balloon guiding catheter
18
19 Table:
20 Summary of eight cases who are used Balloon Inflation Anchoring Technique.
21 Abbreviation
22 MCA: middle cerebral artery, ICA: internal carotid artery
23 P2BGC: puncture to BGC induction time, P2R: puncture to recanalization time
24 TICI: thrombolysis in cerebral infarction

Age/Sex	Occlusion vessel	Anatomical feature	Guiding catheter	Inner catheter	P2BGC (min)	P2R (min)	TICI
73/M	Lt. MCA M2	Tortuous	9F OPTIMO	6F SY6	NA	105	3
92/F	Lt. MCA M1	Tortuous	9F OPTIMO	6F JB2	13	61	3
75/M	Rt. MCA M1	Type 3	9F OPTIMO	6F JB2	11	90	2a
69/M	Lt. MCA M2	Type 3	7F OPTIMO	4F JB2	NA	NA	2a
85/M	Rt. ICA	Type 3	9F OPTIMO	6F JB2 → 6F SY6	35	161	3
87/F	Rt. MCA M1	Type 3	9F OPTIMO	6F JB2	19	29	3
81/F	Rt. MCA M1	Type 3	9F OPTIMO	6F SY6	35	78	3
71/M	Lt. MCA M1	Bovine	9F OPTIMO	6F JB2	9	30	3

