

# 大伏在静脈グラフト近位自動吻合器 PAS-Port system のピットホール

飯田 浩司

オフポンプ冠状動脈バイパス術における大伏在静脈(SVG)と大動脈の自動吻合装置である PAS-Port system は手術時間の短縮, 塞栓症の予防などの効果が期待され, 良好な短期開存性が得られているが, 以下のような自動吻合に起因する危険を経験した. ①細く脆弱な SVG が装着時に引き伸ばされて損傷する. ②装置本体をロックしたままでダイヤルを回転させると大動脈を傷つけ装置が破損して SVG が内部に取り残される. ③大動脈外側に広がる outer flange とそれを広げる outer flange discard が切り離せないことがあった. ④吻合後にガーゼの繊維などが outer flange に引っ掛かると折り返しが伸びて大動脈外壁から浮きあがる. ⑤大動脈に垂直に吻合されるため, SVG が屈曲して閉塞しないように吻合の位置, 長さ, 捻じれ, 走行に注意が必要である. ⑥太い SVG を使用するため流速が遅く慢性期の閉塞が危惧される. PAS-Port system は有用な装置であるがその仕組みを理解して使用することが必要と考える.

KEY WORDS: off-pump coronary artery bypass

Iida H: Pitfall on using PAS-Port proximal connector device. J Jpn Coron Assoc 2009; 15: 122-125

## I. 目 的

冠状動脈バイパス術(CABG)において, 人工心肺に関連した合併症を減ずるために, 人工心肺を用いない冠状動脈バイパス術(OPCAB)が開発され特に本邦において多用されている. OPCABにおいて大伏在静脈グラフト(SVG)が使用された場合に必須となる上行大動脈への近位吻合には, 上行大動脈部分遮断による合併症を避け, 簡便迅速に SVG を吻合するためのデバイスが考案されている<sup>1)</sup>. PAS-Port system(Cardica Inc, Redwood City, USA)はこれらの一つであるがその構造・特性を理解して使用しないと重大な結果を招くことがある. われわれの経験をもとにこの pitfall とその対策について検討した.

## II. 対象および方法

2006年4月から2008年6月までのOPCAB 69例のうち33例のSVGの近位吻合にPAS-Port systemを使用しその用法について検討した. 年齢は50~86(72.1±8.9)歳, 60歳以下の2例は維持透析中であった. 全例で術前に胸部CTを撮影し上行大動脈の性状を確認し, 必要に応じて術中エコーにて吻合部位を確認した. この装置を使用する基準は, 上行大動脈に吻合可能箇所があり, 1本のSVGを使用する症例とし, 2本以上のSVGを使用する

場合や橈骨動脈を使用する場合は他の方法で近位吻合を行った. 前下行枝には内胸動脈を吻合し, SVGは対角枝, 回旋枝, 右冠状動脈に吻合した.

## III. 装 置

PAS-Port systemは2003年に欧州で発売され, 2004年から本邦でも使用されている. 2008年9月には米国でも使用が開始された. SVGを装填し装置他端のダイヤルを回すことによって, 大動脈壁の繰り抜きとステンレス製のステーブルによるSVG吻合を連続して行う. 使用方法は簡便で, まずカートリッジにSVGを装填しその近位端を2~5mm折り返して, 長さ2mmのステンレス製の9本の爪(tines)を貫通させる. カートリッジを本体(delivery tool)に装着し, 先端を大動脈に押し付けてダイヤルを回転させると以下の操作が連続して起こる. ①大動脈壁が直径3.3mmにpunch outされる. ②SVGを装着したステーブルがその孔に挿入される. ③大動脈内腔でtinesが放射状に90度開いてinner flangeとして大動脈内面に広がる. ④吻合孔は4.65mmに拡張する. ⑤大動脈外側のouter flangeが90度開いて内外から大動脈壁にSVGを固定する.

## IV. 結 果

PAS-Port systemでのSVG近位吻合を試みたうちの3例で吻合が不成功に終わった(Pitfall 1~3). 30例で吻合が成功した. この期間のOPCAB 69例において手術死亡はなく, 脳合併症, 術後縦隔炎等の重篤な合併症もな

成田赤十字病院心臓血管外科(〒286-8523 千葉県成田市飯田町90)(本論文の要旨は第21回日本冠疾患学会学術集会, 2007年12月・京都で発表した)  
(2008.6.27 受付, 2009.1.19 受理)



図1 カートリッジの先端  
カートリッジの内部を通したSVGを先端の直径3.3 mmの円形に並んだ9本のtinesに折り返すように掛けて貫通させる。吻合時には基部の太さである4.65 mmに拡張する。

かった。PAS-Port systemを使用したSVGにおいて、退院時に造影した28本のうち1本が閉塞していた(Pitfall 5)。

【Pitfall 1】 SVGを貫通させて装填する時点では円形に並んだ9本のtinesの直径は3.3 mmであるが装着時にtinesは大動脈内面で90°放射状に展開し、ステープルの直径は4.65 mmに拡張する(図1)。以下の場合には吻合部付近のSVGに損傷が起こる可能性がある。①直径4~6 mmのSVGを使用することが使用説明書では推奨されているが、最大限拡張して4 mmのSVGを使用した場合。②装填時に鑷子等によりSVGを損傷した場合。③不均一に引き伸ばして爪に掛けた場合。④脆弱なSVGを使用した場合。われわれは①に起因するtineによるSVGの損傷を経験した(図2)。装着時には3.3 mmであったtinesの直径が吻合後に4.65 mmに拡張することは使用説明書に明記されておらず、このことを考慮して、4.5 mm程度以上の直径を有するSVGの使用が望ましいと考える。

【Pitfall 2】 装置本体(delivery tool)の基部についてのロック機構は作動が確認しにくい(図3)。正常作動時に

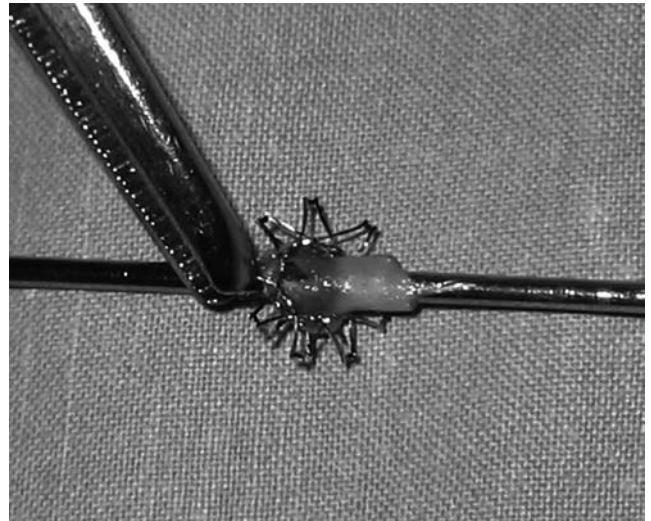


図2 直径4 mmのSVGを使用するため、吻合により4.65 mmに拡張した際にtineの1本によりSVGが三角形に裂けた。



図3 「錠の絵」のみで示された作動の確認がわかりにくい本体(delivery tool)のロック機構  
左側が錠が開いている絵でロックが解除されていることを示す。ロックをスライドさせると下から違う色が現れるなどの工夫が必要か。

もダイアルの抵抗はかなり重いため、ロックがかかっていることに気づかずに無理に回すと、装置が破損して大動脈を傷つけるものの吻合はできず、しかもSVGが装置内に取り残される。吻合時以外にダイアルを誤って回すことは考えにくく、ロックの必要性には疑問がある。また、ロックの作動状態を着色などによりわかりやすくすること、ロック作動時にはダイアルが完全に固定され装置が破損しないようにすることなどの改良が必要と考える。

【Pitfall 3】 大動脈外側に広がる9本のouter flangeとそれを広げた後に自動的に切り離されるはずのdelivery toolのouter flange discardが切り離せなかったため、delivery toolを引き上げた時にステープルが引かれて外れた(図4)。構造的な欠陥、製造上の異常、取扱いの不備等が考えられるが、Cardica社の調査でも原因不明で、いくつかの条件下の実験でも再現されなかった。

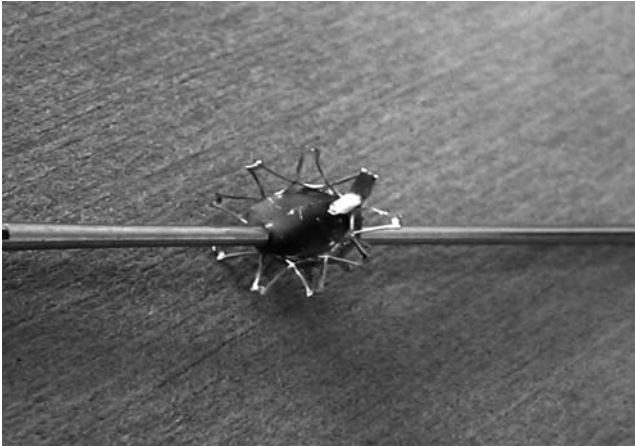


図4 Outer flange discardの1本がouter flangeに付いたままの吻合用ステープル

【Pitfall 4】 吻合後周囲の止血などの際にガーゼの繊維がouter flangeに引っ掛かりouter flangeの折り返しが伸びて大動脈外壁から浮きあがることもある。押し戻そうとしても大動脈内からのサポートがないためステープルが歪んで出血を起こす。内腔から動脈圧で押されているため、一部のouter flangeのわずかな浮き上がりは放置しても出血や吻合の強度に影響しないものと考えるが閉胸時まで注意が必要である。

【Pitfall 5】 SVGが大動脈に垂直に吻合されるためSVGを吻合する位置、長さ、走行に注意が必要である。肺動脈または右室前面の脂肪組織の近傍の大動脈にSVGを吻合し、SVGをこれらの組織に沿って走行させ、吻合部での屈曲を予防することが推奨されている。しかし、近位吻合を先行させるためグラフトの長さの決定が難しく、SVGが長過ぎたり捻転した場合には屈曲して閉塞する危険がある。右室前面の脂肪組織を超えたところで長すぎたために屈曲して閉塞した右冠状動脈へのSVGを経験した(図5)。その後は近位吻合の後にグラフトに動脈圧をかけた状態で末梢吻合方向に伸ばし、末梢吻合のための心臓を挙上した位置からも見える部位、すなわち右冠状動脈へ吻合する場合は右室鋭縁部の心外膜、左回旋枝へ吻合する場合は主肺動脈上とその位置に相当するSVG双方に皮膚ペンでマーキングして長さを合わせている。またSVGに捻じれ予防のための縦線を描くこともある。吻合後にSVGの屈曲が危惧される場合には、SVGを心表面に固定することが必要と考える。

【Pitfall 6】 確実な太さのSVGを採取するため特に女性では大腿からSVGを採取することが多い。しかし、太いSVGを高齢女性の細い冠状動脈に吻合した場合には流速が極端に遅くなり、慢性期の閉塞が危惧される。Sequential anastomosesを行いグラフトの流量を増やすなどの工夫が必要と考える(図6)。

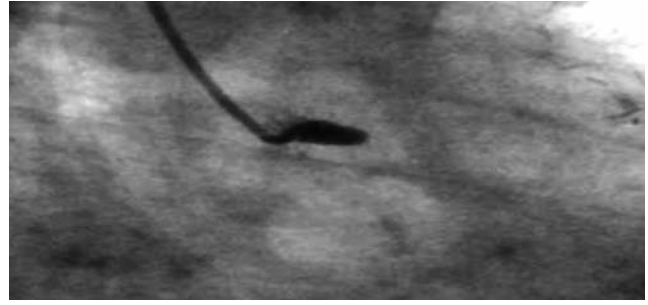


図5 大動脈基部から右室前面の脂肪組織を超えたところで閉塞した右冠状動脈へのSVG  
吻合後やや長すぎること気づいていたが流量が良好だったため固定せずに閉胸した。



図6 高齢女性、3枝病変、#11閉塞による急性心筋梗塞に対する緊急OPCABの術後SVG造影  
左前下行枝が心尖部を回り込み#4 PDは細く短かった。大腿から採取したSVGは太く、#4 PD(矢印)単独への吻合では流速が遅く閉塞の危険があると判断し、大きな#14 PLへ末梢吻合をおきsequential bypassとしてSVGの流量流速を確保した。

## V. 考 察

人工心肺の使用による出血傾向、塞栓症、易感染性などの合併症を減ずるためにOPCABが開発された。さらにグラフトの近位吻合時の上行大動脈部分遮断に起因する脳合併症や急性動脈解離などの合併症を防ぐために、有茎動脈グラフトとcomposite graftを使用したaorta no touch techniqueが有効であることが報告されている<sup>2)</sup>。しかし採取・吻合の簡便さ、到達する範囲、初期流量などに優るSVGの使用は放棄されたわけではなく、SVGの近位吻合時の合併症を減ずるために種々の器具が開発されている<sup>1)</sup>。本邦で使用可能なこれらの器具のなかでは

PAS-Port systemは手動的な縫合が不要で、最も簡便で迅速な吻合が可能である。過去の同様の器具の欠点を改良し、吻合部のSVG内腔に異物が露出せず、96～100%と良好な短期開存性が報告されている<sup>1, 3-5)</sup>。われわれの経験でも30本の吻合で退院時に閉塞していたのは先に示した長すぎたSVGが屈曲したと考えられる1例(3.3%)のみである。PAS-Port systemでは近位吻合を先行させるため末梢吻合を終えて心臓の位置を戻した後ただちに虚血を解除できる利点があり急性心筋梗塞に対する緊急手術の場合など血行動態が不良な場合には有効である<sup>6)</sup>。上行大動脈の部分遮断を要さない他のデバイスと比較しても、手動的な縫合が不要なことから、吻合時間を短縮し、手術時間を短縮することにより出血や感染の危険を減ずる可能性も考えられる。

しかし、動脈硬化によって肥厚した脆弱な大動脈壁にはどのような方法をもってしても吻合は禁忌であり、術前CTや術中エコー等による上行大動脈の評価が重要と考える。われわれは吻合不能に終わった症例を前述の3例経験したため、吻合部周囲を含めた大動脈壁性状を精査し、部分遮断鉗子が使用可能かどうかの判断をした後にPAS-Port systemを使用している。部分遮断が困難な場合には他のSVC近位吻合のための装置がすぐ使用できるように術野の外に用意させている。

使用開始から間もなく長期開存性の報告はなされおらず、長期予後に対する検討が今後の課題である。

## VI. 結 論

PAS-Port systemは上行大動脈部分遮断を要せず、大動脈壁のくり抜きとSVG吻合を瞬時に完成させるすぐれたデバイスである。しかしその複雑な機構に起因する危

険も潜んでいる。より安全なSVG近位吻合のためには、その構造を理解し、大動脈に対して垂直にSVGが吻合されること、近位吻合を先行させるためグラフトの長さを決めにくいこと、太いSVGを使用するために流速が遅くなることなどの吻合後の特徴を考慮することが必要と考える。

## 文 献

- 1) Carrel TP, Eckstein FS, Englberger L, Berdat PA, Schmidli J: Clinical experience with devices for facilitated anastomoses in coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2004; **77**: 1110-1120
- 2) Lev-Ran O, Braunstein R, Sharony R, Kramer A, Paz Y, Mohr R, Uretzky G: No-touch aorta off-pump coronary surgery: the effect on stroke. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; **129**: 307-313
- 3) 青木賢治, 杉本 努, 山本和男, 葛仁 猛, 桑原 淳, 吉井新平, 春谷重孝: 新しい静脈グラフト自動吻合器を用いたCABGの早期手術成績と問題点. *胸部外科* 2006; **59**: 1051-1055
- 4) Gummert JF, Demertzis S, Matschke K, Kappert U, Ansar M, Siclari F, Falk V, Alderman EL, Harringer W: Six-month angiographic follow-up of the PAS-Port II clinical trial. *Ann Thorac Surg* 2006; **81**: 90-96
- 5) Kempfert J, Opfermann UT, Richter M, Bossert T, Mohr FW, Gummert JF: Twelve-month patency with the PAS-Port proximal connector device: a single center prospective randomized trial. *Ann Thorac Surg* 2008; **85**: 1579-1585
- 6) Iida H, Mori H, Sudo Y, Yamada Y, Eda K, Inoue Y: Graft to coronary artery shunt during off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2006; **82**: e27-e28