

## 心室中隔穿孔に対する手術の工夫： 二重パッチ閉鎖法と経右室アプローチについて

鳥井 晋造, 小原 邦義

Torii S, Ohara K: **Surgical repair of postinfarction ventricular septal perforation: double-patch closure and right ventricular approach.** J Jpn Coron Assoc 2007; 13: 262-266

### I. はじめに

心室中隔穿孔(ventricular septal perforation; VSP)は1~3%の頻度で発生する急性心筋梗塞(acute myocardial infarction; AMI)の機械的合併症で, AMI発症後48時間以内に半数が, 95%は1週間以内に発症する<sup>1)</sup>. VSPの症状は, AMIの範囲と左右短絡量により決まるが, 両心室に対する負荷が強いため早期に心原性ショックに陥る場合が多く, その自然歴は24時間以内に33%, 1週間以内に65%, 2カ月以内に85%が死亡するといわれている<sup>2)</sup>. VSPに対する外科治療は, 1957年にCooleyらがVSP診断後9週間後の患者で初めて成功した<sup>3)</sup>. 1968年から1977年にかけてDaggettらは壊死心筋を切除し, 生存心筋へパッチを縫着する標準的なパッチ閉鎖法(Daggett法)で36例の手術を行い, 前半には47%であった手術死亡率を後半には18%まで低下させた. しかしながらVSP発症からの時期別でみると, 手術死亡率は発症後3週間以降の手術においては7%であったが, 3週間未満の手術では52%(後半でも30%)の高率であった<sup>4)</sup>. 急性期手術は, low outputや多臓器不全(multiple organ failure; MOF)を伴った全身状態の悪い患者が多いこと, 心筋が脆弱で遺残短絡や出血の危険が高いことなどが高い手術死亡率の理由であった. 1990年に発表されたinfarct exclusion technique(David-Komeda法)は, VSPや周囲の脆弱心筋に直接接触することなく心膜パッチを梗塞周囲の健常心筋に縫着して閉鎖することで左室形態の維持や右室機能の温存を図り, 急性期の手術死亡率を10~20%に低下させた<sup>5,6)</sup>. これら外科医の努力により手術成績は向上してきたが, 2004年のわが国の集計でも急性期VSP手術(AMI発症後2週以内)の病院死亡率は35.2%(83/236)で, 未だハイリスクの手術である<sup>7)</sup>. 特に下壁中隔梗塞に合併したVSPは, 視野展開が不良であること, 梗塞部中隔が後乳頭筋に近接しているため健常心筋にパッチを縫着することが困難であることなどか

ら, 遺残短絡が発生しやすく, 前壁中隔梗塞に合併したVSPに比して手術成績が不良である<sup>4-6)</sup>. われわれは, 心室中隔の梗塞巣全体を大小二重のパッチで被覆し, その間をgelatin-resorcin-formaldehyde glue; GRF グルー)で補強してVSPを閉鎖する方法(hemi-exclusion法)<sup>8,9)</sup>で急性期手術の救命を図っているが, 特に下壁中隔梗塞においては, 右室切開アプローチによってこの方法を用いることで確実な閉鎖を行うことができたのでわれわれの治療方針と手術の工夫について述べる<sup>10)</sup>.

### II. 治療戦略

VSP急性期手術の問題点として, ①術前状態が悪い患者が多いこと, ②梗塞心筋は脆弱でVSPの遺残や再開通・左室縫合部の出血が起きること, ③手術により左室容量や形態の変化をきたすこと, ④手術により右室機能の低下も起きることなどが指摘されてきた. ①に対してはMOFに陥る前に手術を行うことが大切で, 手術のタイミングを逃さないことが重要である. 術式にかかわる②③④に対しては, 十分な視野を得られるアプローチ・脆弱な心筋に負担をかけずかつ心室形態を損なわない閉鎖法が求められる. われわれは, 未だに高い病院死亡率を低下させるべく救命・延命を第一に考えてこれらの問題に対処してきた.

#### 1. 手術のタイミング

AMIの急性期はVSPの発生を常に念頭に置いて管理する必要がある. 聴診・心エコー等の検査や, Swan-Ganzカテーテルの留置は適宜行われなければならない. そしてVSPの診断がつき次第, 大動脈バルーンポンピング(intra-aortic balloon pumping; IABP)による補助を行うべきである. IABPの使用はMOFの予防のみならず, 後負荷を軽減して左心室の壁張力を減らしVSPの拡大や左右短絡量の増加を予防する. 血行動態の破綻例では, 心エコーによるVSPの位置の確認・心破裂や僧帽弁閉鎖不全の合併の鑑別のみで緊急手術に臨まなければならない場合もあるが, 必要に応じて冠血行再建を行うため冠動脈造影検査(coronary angiography; CAG)による評価も行うべきであ

北里大学医学部心臓血管外科(〒228-8555 相模原市北里1-15-1)

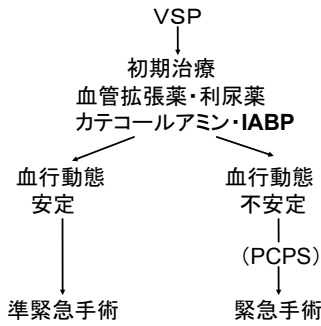


図1 VSP の治療方針  
緊急手術：24時間未満に手術  
準緊急手術：医療チームが十分な体制がとれる可及的早期に手術

る。慢性期まで待機できる VSP 症例は非常にまれであるので、一般的には初期治療による血行動態の安定が得られれば、可及的早期に手術を行うべきである。図1にわれわれの治療戦略を示す。IABP を含む初期治療の反応が悪ければ緊急手術で、来院もしくは発症後 24 時間未満に手術を行っている。反応が良ければ準緊急手術で、医療チームが十分な体制をとれる一番早い時期に手術に臨んでいるが、一時的に安定しても急激に血行動態が悪化する例もあるので、手術のタイミングを逃さない注意深い経過観察と躊躇しないで経皮的心肺補助(percutaneous cardio-pulmonary support system; PCPS)を挿入することが大切である。

2. 術式

a. アプローチ

手術は体外循環・心停止下に行っているが、2本脱血・左房ベントで視野展開と空気抜きが容易になるようにしている。前壁中隔梗塞に伴う VSP の場合は、諸家と同じく左冠動脈前下行枝(LAD)から約 15~20 mm 離して LAD に平行に心尖部から対角枝までの左室を切開する。左室自由壁破裂を伴っていることもあるので、血性心嚢液を認めた時は oozing type の心破裂の合併を疑う必要がある。心破裂が認められた場合は、破裂部分が左室切開修復ラインと重ならないように切開線や縫合線を多少ずらしておく止血に有利である。

下壁中隔梗塞に伴う VSP の場合は、右冠動脈後下行枝(4PD)に平行に左室切開をおくと、良好な視野を得るためには心尖部を大幅に挙上脱転し、長く左室を切開する必要があり脆弱な心筋への侵襲は大きくなる。また、後乳頭筋周囲の運針が難しく、遺残短絡の原因となる。その対策としてわれわれは右室切開でアプローチしているため、その方法について述べる。完全体外循環心停止下に心尖部を挙上脱転し、時計方向に少し捻ると図2のごとく、4PD を中心とした術野を得る。4PD より 15~20 mm 離して平行する右室切開を行い、穿孔部を確認しながら切開を延長する。急性期手術において VSP は亀裂状もしくは裂隙状

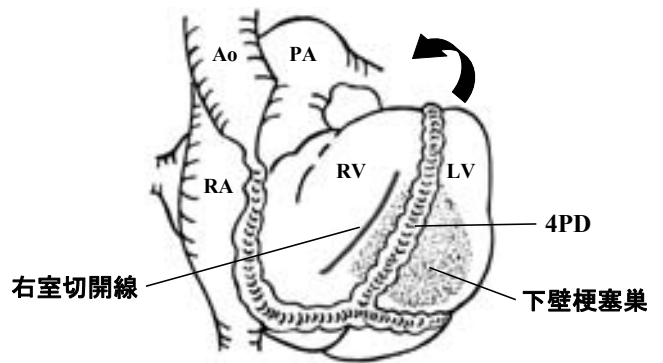


図2 完全体外循環心停止下に心尖部を挙上脱転し、時計方向に少し捻ると、4PD を中心とした術野を得る。4PD より 15~20 mm 離して平行する右室切開を行い、穿孔部を確認しながら切開を延長する。  
「小原邦義：下壁心室中隔穿孔の閉鎖法，胸部外科 58(9), p. 773, 2005」より許諾を得て改変し転載。

で、周囲の壊死組織は非常に脆弱であるため、必要に応じて壊死組織を超音波吸引装置で除去すると VSP の形態が明瞭となり、手術操作が容易となる。左室切開で行う前壁中隔梗塞に合併した VSP 手術時には、壊死組織の除去は最小限にとどめているが、右室切開の場合は肉柱などの周辺組織を除去して VSP の形態を把握することが重要である。

b. 二重パッチ閉鎖法(hemi-exclusion 法)

われわれは、心室中隔梗塞巣全体を大小二重のパッチで exclusion する hemi-exclusion 法で VSP を閉鎖している。主としてウシ心膜パッチを用いているが、右室切開で閉鎖する際の小パッチは、強度と溶血を考慮して厚手のテフロンフェルトパッチを使用している。この術式のポイントは、パッチ間を GRF グルーで補強することで大パッチが広く中隔に接着するため、左室圧を線(縫合線)ではなく面として支えることである。その結果、脆弱な組織であっても断裂することなく確実な VSP 閉鎖が可能となり、右室切開でアプローチした場合、パッチは2枚とも右室側に位置することになるが、左室圧に十分耐えることができる。しかも GRF グルーはパッチ間に閉じこめられるので、GRF グルーの組織毒性は最小限に止められる。

前述のアプローチで VSP の確認を行った後、VSP より少し大きめの小パッチ(右室切開時はテフロンパッチ、左室切開時はウシ心膜パッチ)で作成し、4-0 のポリプロピレン糸を用いてマットレス縫合もしくは連続縫合で縫着して VSP を閉鎖する。小パッチより 10 mm ほど外側の健常と思われる部分に、一回り大きなウシ心膜パッチを心室内の部分だけ 4-0 ポリプロピレン糸で連続縫合する(図3)。次に大小のパッチ間の袋状の間隙に GRF グルーを注入し約 4 分圧着する。小パッチは GRF グルーが VSP を通って血流に混入することを防ぐことが第一目的であり、小パッチの縫合線は脆弱な組織も含んでいるため、きつく縛りすぎないことが大切である。それに対して大パッチは、密に組織



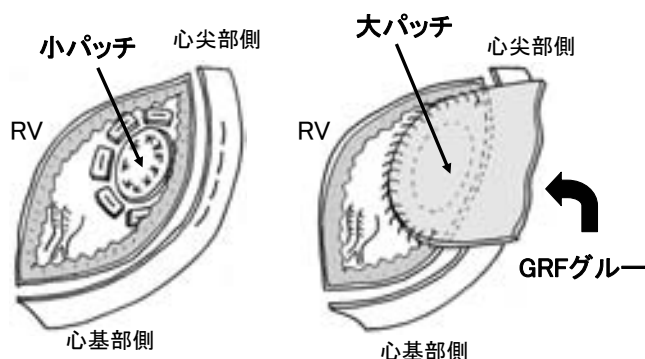


図3 VSPより少し大きめの小パッチを作成し、4-0のポリプロピレン糸を用いてマットレス縫合もしくは連続縫合で縫着してVSPを閉鎖する。小パッチより10mmほど外側の健常と思われる部分に、一回り大きなウシ心膜パッチを心室内の部分だけ4-0ポリプロピレン糸で連続縫合する。

〔小原邦義：下壁心室中隔穿孔の閉鎖法，胸部外科 58(9)，p. 773, 2005〕より許諾を得て改変し転載。

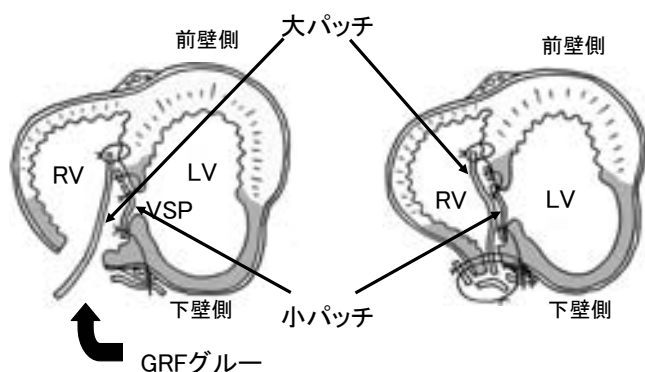


図4 大小のパッチ間にGRFグルーを注入し、約4分間圧迫して接着させる。心室切開創は、大パッチを挟み込むようにして、テフロンフェルトやウシ心膜片で補強しながら3-0ポリプロピレン糸で直接閉鎖する。

〔小原邦義：下壁心室中隔穿孔の閉鎖法，胸部外科 58(9)，p. 773, 2005〕より許諾を得て改変し転載。

をしっかり拾うことが求められる。心室切開創は、大パッチを挟み込むようにして、テフロンフェルトやウシ心膜片で補強しながら3-0ポリプロピレン糸で直接閉鎖する(図4)。

### III. 症 例

平成11年9月以来、10例のVSP症例に対して二重パッチ閉鎖法(hemi-exclusion法)を用いて手術を行ってきた(表1)。前壁中隔梗塞に合併した症例が7例、下壁中隔梗塞が3例で、年齢は61~83歳(平均74歳)、男3例・女7例であった。AMI~VSPは1~10日(平均3.8日)で、院内発症の2例(症例③と⑧)はCAGに引き続き責任病変に対するカテーテル治療(percutaneous coronary intervention; PCI)も同時に施行し、その後にVSPが発症した。院外発症の8例もVSP診断後にCAGを施行している。多枝病変は3例のみで、1枝病変が6例(60%)、症例⑨は攣縮もし

くは血栓閉塞による心筋梗塞症例で、CAGでは病変を認めなかった。左右短絡率は55~85%(平均69%)で、全例術前よりIABPを挿入した。心破裂(oozing type)の合併は3例で、下壁中隔梗塞例では67%(2/3)に合併した。

#### a. 術前状態と手術のタイミング

われわれの治療戦略(表1)に従い、入院もしくは発症後24時間未満の緊急手術が必要と判断して手術したのは5例、24時間以降の準緊急手術で良いと判断して1~4日に手術となったのが5例であった。結果的にAMI発症から手術は1~15日(平均5.6日)、VSP発症から手術は1~4日(平均2日)であった。緊急例と準緊急例を比較すると、年齢(73.2 vs 65.2歳)、左右短絡率(77.4 vs 70.1%)とも緊急手術症例で高い傾向はあったが有意差は認めなかった。緊急手術の5例中、手術室への移動を機に血行動態が破綻した症例が1例(症例⑥)あったが、術前より人工呼吸器管理と血液透析が必要となった1例(症例⑤)を含め他の4例は体外循環の確立まで血行動態は維持できた。準緊急手術の方針で治療した5例中4例は、血行動態を維持したまま体制を整えてから手術ができたが、新たに心破裂(oozing type)も合併した1例(症例②)は、急激に血行動態が悪化した時点での手術となってしまった。

#### b. 手術と手術成績

同時手術として多枝病変例において1枝バイパスを1例(症例①)・2枝バイパスを1例(症例⑩)施行したが、心筋梗塞の責任冠動脈へのバイパスは1例も行っていない。心破裂(oozing type)を伴った3例は人工心肺離脱時に破裂部位からの出血を認めた。下壁中隔梗塞の2例(症例②・③)は右室切開で行ったため心室切開修復部と出血点に距離的余裕があり、ガーゼ圧迫のみで出血のコントロール可能となり、ガーゼをつめて胸骨を閉鎖、二期的に閉胸した。前壁中隔梗塞の1例(症例⑨)は、破裂部を切開して手術したため左室切開縫合部のわきから出血した。心破裂と同等の処置が必要と判断し、心停止下にウマ心膜パッチをGRFグルーで破裂部全体を覆うようにして接着させて止血した。全例IABP補助下に人工心肺より離脱可能で、大動脈遮断時間は103~247分(平均140分)、人工心肺時間は156~385分(平均223分)であった。心破裂の修復が必要となり長時間手術となった症例⑨は、low outputと術前からの腎機能低下もあり術後より血液透析が必要となった。AMI発症当日に手術した1例(症例⑥)は、翌日より難治性の心室頻拍が頻発したためPCPSを挿入して治療し、不整脈の消退とともにPCPS・IABPとも離脱した。術中・術後の心エコーで遺残短絡を認めたのは1例(10%)のみで、本術式で確実に閉鎖が可能であった。その1例(症例⑤)も短絡量は少なく再手術の必要はなかった。

早期死亡は3例(30%)で、症例②・⑥は術前の血行動態破綻時に生じたと思われる脳虚血により術後意識が回復せず、感染により第13病日と第12病日に失った。心破裂を合併した症例⑨はlow outputからは回復したが、非閉塞

表1 VSPの治療方針

症例	梗塞部位	短絡率	緊急度	病変枝数	PCI	心破裂	CABG	PCPS	合併症	その他	遠隔期
① 74 歳男	前壁	63	準緊急	3			SVG-RCA				ペースメーカー移植術
② 72 歳女	下壁	70	準緊急	2	RCA に stent	oozing			脳虚血	二期的閉胸	
③ 71 歳女	下壁	85	緊急	1		oozing				二期的閉胸	卵巣癌
④ 76 歳男	前壁	80	緊急	1							肺小細胞癌
⑤ 83 歳女	前壁	68	緊急	1						少量遺残短絡	
⑥ 77 歳女	前壁	75	緊急	1				術翌日使用	脳虚血		
⑦ 72 歳女	前壁	56	準緊急	1	LAD に stent						
⑧ 80 歳女	前壁	58	緊急	1							
⑨ 79 歳女	前壁	55	準緊急	0		oozing			非閉塞性腸管虚血		
⑩ 60 歳男	下壁	82	準緊急	3			LITA-LAD, SVG-OM				

早期死亡：症例②・⑥・⑨

遠隔死亡：症例③・④

緊急手術・・・24時間未満に手術

準緊急手術・・・医療チームが十分な体制がとれる可及的早期に手術

性腸管虚血を併発，イレウスの既往もあり診断時には広範な腸管壊死をきたしており第6病日に失った。6例が歩行退院，1例(症例⑧)が認知症の進行のため療養型病院に転院となった。術後観察期間は6カ月～8年(平均32カ月)で，遠隔死亡は1年4カ月後に卵巣癌1例(症例③)，2年10カ月後肺小細胞癌1例(症例④)の癌死2例のみで，心臓死はなかった。心事故は1例(症例①)に認め，術後5年6カ月に完全房室ブロックに対してペースメーカーを移植した。術後遠隔期(3カ月～6年)の左室駆出率は41～55%(平均45%)・BNPは76～194 pg/ml(平均153 pg/ml)で，現在80歳以上の3例は療養型施設に入所中であるが，80歳未満の2例は社会復帰しNYHA I度の状態である。

#### IV. 考 案

熟達した術者により自分の慣れた術式でVSPの閉鎖術が行われた場合，Daggett法でもDavid-Komeda法でも良好な成績が期待できるが，緊急手術では常にベストメンバーで手術に臨めるわけではない。また全国の手術症例数(236例/2004年)からみても，手術経験を積むには時間を要する。われわれは，VSP閉鎖には二重パッチによるhemi-exclusion法を，下壁中隔梗塞のアプローチには右室切開を用いているが，本術式の最大の利点は手技的に無理がないので遺残短絡が少なく，安全性・確実性に優れていることである。緊急手術5例中2例は，第一助手の経験者が初めて術者を努めることになったが，本術式により確実な手術を行うことができた。早期死亡3例のうち，2例は術前の血行動態に起因しておりPCPS挿入を考慮すべきであった。1例は合併したoozing ruptureに対するさらなる

配慮を必要とした症例であったが，3例とも遺残短絡はなく本術式に起因する死亡例はなかった。耐術した7例においては，左室駆出率は40%以上に保たれており，僧帽弁逆流もII度以下で本術式による左室機能・形態への影響は少ないと考えている。右室切開例においては，右室機能への影響や左室の梗塞部位がそのまま残り心室瘤化する危惧があるが，両心室機能への影響は臨床上問題とならなかった。GRFグルーの使用については，大動脈解離手術の急性期に房室ブロックをきたした報告<sup>11)</sup>や慢性期(13～76カ月後)の再手術症例で局所の炎症所見を認めた報告<sup>12)</sup>があるが，VSP手術に使用した例では術後36日後の剖検例で組織毒性はほとんど認めなかったと報告されている<sup>13)</sup>。本術式では血液と接触しないため急性期では問題ないと考えており，最長8年の観察でも問題は認めていない。

今後とも急性期手術の成績向上のためにVSP閉鎖術式の改良は行われていくと思われるが，現時点において本術式は，信頼性が高く救命率の向上に寄与するものと考ええる。

#### 文 献

- 1) Alvares JM, Brady PW, Ross DE: Technical improvements in the repair of acute postinfarction ventricular septal rupture. J Card Surg 1992; 7: 198-202
- 2) Heitmiller R, Jacobs ML, Daggett WM: Surgical management of postinfarction ventricular septal rupture. Ann Thorac Surg 1986; 41: 683-691
- 3) Cooley DA, Belmonte BA, Zeis LB, Schnur S: Surgical repair of ruptured intraventricular septum following acute myocardial infarction. Surgery 1957; 41: 930-937

- 4) Daggett WM, Guyton RA, Mundth ED, Buckley MJ, McEnany MT, Gold HK: Surgery for post-myocardial infarct ventricular septal defect. *Ann Surg* 1987; **186**: 260-271
- 5) Komeda M, Fremes SE, David TE: Surgical repair of post-infarction ventricular septal defect. *Circulation* 1990; **82** (Suppl IV): 243-247
- 6) David TE, Dale L, Sun Z: Postinfarction ventricular septal rupture; repair by endocardial patch with exclusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; **110**: 1315-1322
- 7) Committee for Scientific Affairs; Kazui T, Osada H, Fujita H: Thoracic and Cardiovascular Surgery in Japan during 2004, Annual Report by Japanese Association for Thoracic Surgery. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; **54**: 363-386
- 8) Yamamoto N, Ohara K, Nie M, Torii S, Imai H, Yoshimura H: Double-patch closure using Gelatin resorcin formol glue of a ventricular septal perforation following acute myocardial infarction. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg*. 2002; **50**: 294-297
- 9) 小原邦義：急性期心室中隔穿孔に対する手術。心臓外科，新井達太編，医学書院，東京，2005，527-532
- 10) 小原邦義：まいてくにつく 下壁心室中隔穿孔の閉鎖法。胸部外科 2005；**58**：773
- 11) von Oppell UO, Chimuka C, Brink JG, Zilla P: Aortic dissection repair with GRF glue complicated by heart block. *Ann Thorac Surg* 1995; **59**: 761-763
- 12) Hata H, Takano H, Matsumiya G, Fukushima N, Kawaguchi N, Sawa Y: Late complication of gelatin-resorcin-formalin glue in the repair of acute type A aortic dissection. *Ann Thorac Surg* 2007; **83**: 1621-1627
- 13) Hata M, Shiono M, Orime Y, Yamamoto T, Yagi S, Okumura H, Kimura S, Kashiwazaki S, Choh S, Niino T, Negishi N, Sezai Y, Yamada T, Murakami H: Pathological findings of tissue reactivity of gelatin resorcin formalin glue: an autopsy case report of the repair of ventricular septal perforation. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2000; **6**: 127-129