心筋梗塞後心室中隔穿孔に対する経右室サンドイッチ法

山中 一朗, 三和 千里, 阪口 仁寿, 瀧本 真也,
吉田 幸代, 恩賀 陽平, 多良 祐一

【目的】2009年から心室中隔穿孔（VSP）に対して右室切開によるサンドイッチ法（S法）に術式を変更した。以前のDavid-Komeda法（DK法）と比較検討した。【対象および方法】2002年以降のVSP手術30例中、S法で施行した15例をS群とし、DK法で施行した12例をDK群として、術前、術中因子および予後について検討した。【S法】経右室からVSPを通して糸を掛け、両心室から硬質フェルトパッチでVSPを挟み込むように閉鎖する。【結果】S群とDK群の比較では、術前因子、術中因子に差異はなかった。死亡率も差異はなかったが、1年生存率はS群で高い傾向であった。DK群では遺残短絡による再手術を5例（42%）に認めた。術後遺残短絡の発生率や程度においてもDK群が有意に高かった。【結語】S法は左室機能を温存できる上に遺残短絡も生じにくく、出血コントロールも容易である。VSPの標準術式になりえると考ええる。

KEY WORDS: complications following acute myocardial infarction, David-Komeda method, sandwich technique via right ventricular, ventricular septal perforation

I. はじめに

心筋梗塞後心室中隔穿孔（VSP）の予後は不良で、成績向上のためにさまざまな術式や工夫が行われてきたが、いまだ確立した方法はない。われわれは当初はDavid-Komeda法¹⁾でVSPの治療を行ってきたが、術後遺残短絡からの再手術例を多く経験してから、遺残短絡を減らす工夫や術式変更を行ってきた。そんな時に磯田らの経右室サンドイッチ法²⁾に出会った。2009年からはこの方法を第一選択としてきた。以前の症例との比較検討を行ったので、経右室サンドイッチ法に対する考え方や工夫も含め報告する。

II. 対象および方法

VSPに対して経右室サンドイッチ法による閉鎖術を第一選択とした2009年以降に経験したVSP15例をS群、2002年から2006年までにDavid-Komeda法およびその変法を行った12例をDK群として、術前因子、術中因子、予後について2群間で比較検討した。予後は30日死亡率、1年後の生存率、再手術率、遺残短絡の頻度と程度について検討した。統計学的解析には、T-検定およびカイ2乗検定を用いた。

III. 経右室サンドイッチ法

上行大動脈送血、上下大静脈からの2本脱血にて体外循環を確立し、右上肺静脈から左室ペントを、上行大動脈にルー

トベント挿入する。完全体外循環、心拍動の状態、Anterior VSPの場合は、左前下行枝に平行に2 cmほど右側の右心室を4 cm切開する。Posterior VSPの場合は、右後下行枝に平行に2 cm頭側に切開し、VSPを確認して切開を延長する。拍動下で左心室ペントを減らすとVSPから血液が噴出するので、VSPの位置が確認できる。右室内のtrabecullaのためにVSPの穴の全容が確認できない場合もあるが、この場合は可及的にtrabecullaを切除する。その後、大動脈を遮断して心停止としてVSP閉鎖手技にはいる。硬質フェルトにウシ心膜を重ねフィブリン糊で接着したパッチを2つ作成する。VSPの穴が小さい場合は、パッチを左室側に挿入しやすいように一定の大きさになるまで梗塞心筋を切除しトリミングする。左心室側に入れるパッチにU-stayedに8本の糸をパッチに掛け、左室側から右室側へ針を抜き、右室側のパッチに通して、VSPをパッチで挟み込むように閉鎖する。パッチ間にglueを注入する。切開した右心室は帯フェルトで補強し縫合する。

IV. 結 果

術前因子（Table 1）については、S群とDK群間に差異はなかったが、VSPの位置はS群でposterior VSPの頻度が多い傾向にあった。術中因子（Table 2）においても、手術時間、体外循環時間、大動脈遮断時間に差異はなかった。併施手術では、DK群で3分の1に左心室形成術を併用していた。Mortalityに差異はなかったが、1年後の生存率はS群が高い傾向にあった。再手術はDK群のみで42%と高率で、その原因は全例遺残短絡の増悪であった。また、再手術までの平均期間は12日であった。術後心エコーで確認された遺残短絡は、DK群が有意に多く、血行動態に影響する中等度から重度遺残短絡も、DK群で有意に多かった（Table 3）。

公益財団法人天理よろづ相談所病院心臓血管外科
(〒632-8552 奈良県天理市三島町200番地)

本論文の要旨は第26回日本冠疾患学会学術集会、2012年12月・東京にて発表した主旨に沿って集積したデータをまとめた。

2013.6.12. 受付, 2018.1.31. 受理, 2018.03.28 J-STAGE 早期公開済
doi: 10.7793/jcoron.24.13-00002

Table 1 Preoperative characteristics

	S group	DK group	P
n	15	12	
age	77.9 ± 8.8	75.6 ± 6.9	0.470
male (%)	6 (40%)	5 (38%)	0.759
onset-op (days)	5.1 ± 6.7	5.4 ± 7.2	0.380
shock status	1 (7%)	3 (25%)	0.182
IABP	14 (93%)	9 (75%)	0.182
PCPS	1 (7%)	3 (25%)	0.182
VSP (ant./post.)	10/5	11/1	0.121

onset-op: interval from onset of acute myocardial infarction to repairing VSP, IABP: intra aortic balloon pumping, PCPS: percutaneous cardio-pulmonary support, VSP (ant./post.): VSP (Cases of anterior VSP/ Cases of posterior VSP)

Table 3 Results

	S group	DK group	P
n	15	12	
30 days mortality	33%	25%	0.637
1 year alive	80%	44%	0.108
redo op	0%	5 (42%)	0.006 **
interval (days) (1st OP-2nd OP)		12.3 ± 7.7	
VSP leak	3 (20%)	10 (83%)	0.001 **
mild shunt	2 (13%)	5 (42%)	0.095
mod. -sev. shunt	1 (7%)	5 (42%)	0.003 **

redo op: re-operation, mild shunt: mild postoperative residual shunt, mod. - sev. shunt: moderate to severe postoperative residual shunt, **: P < 0.01

V. 考 察

VSP の手術成績はいまだ不良で、2014 年の日本胸部外科学会集計³⁾でも 33.5% である。この原因は、もちろん心筋梗塞によるポンプ機能障害が大きな要因であるが、発生頻度が少ないことや VSP の手術方法や遺残短絡に起因する部分もある。Daggett ら⁴⁾に代表される Inclusion 法と David-Komeda 法¹⁾に代表される Exclusion 法が一般的であるが、さまざまな術式や工夫がされてきているにもかかわらず⁵⁾、この 20 年の治療成績は向上しているとはいえない。責任執刀医として VSP の治療を始めた 2002 年以降の術式の変遷と症例数を示す (Fig. 1)。当初は、David-Komeda 法の原法に準じた手術を行い (Fig. 2)、体外循環からの離脱は容易でよい方法と考えて行ってきたが、遺残短絡による再手術例が多く、そのため、異種心膜と VSP の間にフェルトを挿入したり (Fig. 3)、2 重パッチ法に変更したり (Fig. 4) と追加の工夫を行った。これによって遺残短絡は減少したものの手技が複雑化したため、右心室側からフェルト付きの U stayed

Table 2 Intraoperative characteristics

	S group	DK group	P
n	15	12	
Op time (min.)	267.1 ± 53.5	271.8 ± 41.9	0.199
ECC time (min.)	137.7 ± 38.2	150.2 ± 37.9	0.472
Ao clamp time (min.)	65.1 ± 29.4	66.7 ± 36.3	0.231
other procedure			
CABG	1 (7%)	1 (8%)	0.222
LVR	0	4 (33%)	0.015 *

Op time: the operation time (minutes), ECC time: the extracorporeal circulation time (minutes), Ao clamp time: the aortic cross clamp time (minutes), LVR: left ventricular reconstruction (Dor op.2 cases, SAVE op.2 cases), *: P < 0.05

suture で左室側にパッチを充てる経右心室サンドイッチ法の逆バージョンの Inclusion 法にいたった (Fig. 5)。この時に磯田ら術式²⁾を知り、より侵襲が少ないのではないかと判断から、2009 年以降この術式を用いている (Fig. 6)。

後方視的に David-Komeda 法を施行した群と経右心室サンドイッチ法を比較検討したところ、有意な相違点は遺残短絡の頻度とそれに伴う再手術の有無であった。残念ながら、術式の変更が死亡率の改善にはつながっていなかったが、急性期を乗り切った患者の長期生存では、経右心室サンドイッチ法のほうがよい傾向にあった。遺残短絡が術後の QOL に影響したと推測している。

経右心室サンドイッチ法において私が特に重要であると考ええることは、1) VSP の穴より大きめのパッチを用いる、2) 8 本の糸で VSP を閉鎖結紮するというより、2 枚のパッチで挟むための固定と考えており、できるだけ垂直に糸を出す、3) 固い材質のパッチを用いることである。1) は当たり前と思うかもしれないが、VSP を通して左室側に固めのパッチを挿入するには、パッチを丸めるなどの若干の工夫を要する。2) ついては、VSP の周囲はすべて梗塞心筋であり、きわめて脆弱であるため、わずかな緊張や異なるベクトルへの引っばりで簡単に裂ける可能性がある。私は、パッチは雪国で雪の上を歩く時に使用するかんじきと同じようにイメージしている。大きな面で、固い材質でとらえているからこそ裂けずに VSP を閉鎖できると考えている。伊藤ら⁶⁾は、Finite element analysis において、VSP のパッチの縫合線にかかるストレスについて検討した結果、パッチの大きさ、パッチの固さ、VSP とパッチの密着度が大きく関すると述べており、まったく同意見である。浅井ら⁷⁾は、defect より遥かに大きなパッチを入れて、defect 辺縁から遠い心筋に針を通し脆弱心筋の破綻をさけ、サンドイッチパッチ自体が中隔をこえて左室自由壁まで拡張する方法で良好な成績を報告している。この方法は柔らかい材質で大きなパッチを左室側に充てるという点では、David-Komeda 法の経右心室バージョンのようにもみえる方法で、自由壁側の遺残短絡を防止するにはよい方法であるが、David-Komeda 法にみられるような VSP とパッチの

Fig. 1 Postinfarction ventricular septal perforation.
D-K: David-Komeda technique (exclusion technique), Daggett: inclusion technique, Sandwich: the sandwich technique

Fig. 2 David-Komeda op.

Fig. 3 Modified David-Komeda op.

Fig. 4 Two patch method.

Fig. 5 Daggett op.

Fig. 6 Sandwich technique.

Fig. 7 Left ventricular side after VSP repair.
LA: left atrium, MV: mitral valve, LV: left ventricle

Fig. 8 Right ventricular side after VSP repair.
PAV: pulmonary artery valve, RV: right ventricle, TV: tricuspid valve

密着度の問題および心室中隔の流出路側の脆弱な梗塞心筋への糸掛けに懸念を持っている。広範囲な心筋梗塞の一部に穴が開いたのがVSPであるので、パッチを縫って閉鎖するのではなくて、挟む（サンドイッチ）ことによる閉鎖が一番よいとの思いは変わらない。また、この術式はposterior VSPにおいて優れている^{8,9)}。当初、三尖弁の腱索損傷を危惧して、anterior VSPと同じようなアプローチをしたが、VSPまでの距離が遠くよい方法ではなく、右冠動脈後下行枝に平行に切開すべきである。この際に、最初は小さく開けて、腱索損傷を回避し、VSPの位置を確認して切開を延長する。房室弁の基部にVSPがあることが多く、経左室で修復していたときは、弁輪に一部の糸を掛けたこともあり、手技がむずかしいと感じていたが、この術式では視野もよく、anterior VSPと同様の手技を行うことができる。自由壁に移行していく中隔部分が脆弱性であることが多いが、この固いパッチが逆に役立つ。切開した右心室を大きめの帯フェルト3本を用いて2-0ナイロン糸にてU-stayed sutureおよびover & over sutureで縫合するが、自由壁側の中隔が脆弱なときには、この固いフェルトにも糸を掛ける。すなわち、固いパッチでできた中隔を中に挟んで、左室側から右室側に帯フェルトを補強として糸を掛けると、遺残短絡もなく、脆弱性がなくなる。この手法は、anterior VSPにも応用できる。われわれが経験した5例のposterior VSP手術は、腱索損傷や房室弁逆流を生じておらず遺残短絡もない。

術後急性呼吸不全で亡くなったVSP患者の心臓の病理標本を示す。Fig. 7は左室側からみたパッチ閉鎖したVSPで、Fig. 8は右室側からみたものである。2つのパッチの間には心室中隔の厚みがあるため、当然隙間ができる。この間を充填する材質として、フィブリンのり、GRF glue, Bio glueを試したが、臨床的に差異はなかった¹⁰⁾。一番危惧するのは、パッチの外へ流れでて塞栓症を合併することである。この点から考えると、最も早く固まり圧着力のあるBioglueがよいと考えている。問題は、Bioglueの使用は大動脈解離に保健

適応が限定されていることであろう。

VSP手術後管理では、心不全管理が最もむずかしく、単に左心不全に止まらず、両心不全であることはよく経験するところである。右心室を切らない通常のVSP手術でも右心不全を経験するのに、右心室を切っても大丈夫なのかという疑問は当然であるが、実際には右心室機能はよく保たれている。これは、前下行枝の心筋梗塞の場合、切開する部位は、前下行枝の血流領域で、右冠動脈領域から供給される部位ではないからだと考えている。術後右心室機能への影響が少ないことを客観的に示すのはむずかしいが、症例を重ねて検討したい。

われわれは経右心室サンドイッチ法によって救命率を改善できておらず、依然高いmortalityであるが、死亡症例の平均年齢は81歳で大半が80歳以上の超高齢者であることから、術式以外の要因が強いと考えられる。いずれにしろ、症例を積み重ねても遺残短絡が少なく、体外循環からの離脱が容易である印象に変わりはなく、今後もVSPに対しては経右心室サンドイッチ法を第一選択としていく方針である。

VI. 結 語

経右心室サンドイッチ法は、遺残短絡が生じにくく、出血コントロールも容易である。成績向上のためのさらなる工夫、管理が必要であるが、VSPの標準術式になり得る可能性がある。

本論文に関して開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Komeda M, Fremes SE, David TE: Surgical repair of postinfarction ventricular septal defect. *Circulation* 1990; **82**(5 Suppl): IV243-247
- 2) Isoda S, Imoto K, Uchida K, et al: Sandwich technique via right ventricle incision to repair postinfarction ventricular septal defect. *J Card Surg* 2004; **19**: 149-150

- 3) Committee for Scientific Affairs, The Japanese Association for Thoracic Surgery; Masuda M, Okumura M, Doki Y, et al: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2014: annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2016; **64**: 665-697
- 4) Daggett WM, Guyton RA, Mundth ED, et al: Surgery for post-myocardial infarct ventricular septal defect. *Ann Surg* 1987; **186**: 260-271
- 5) 小原邦義：下壁心室中隔の閉鎖法. *胸部外科* 2005; **58**: 773
- 6) Ito T, Hagiwara H, Maekawa A, et al : Finite element analysis regarding patch size, stiffness, and contact condition to the endocardium in surgery for post infarction ventricular septal rupture. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2013; **61**: 632-639
- 7) Asai T, Hosoba S, Suzuki T, et al: Postinfarction ventricular septal defect: right ventricular approach-the extended "sandwich" patch. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2012; **24**: 59-62
- 8) 竹内一馬, 森重徳継, 岩橋秀彦, 他: 経右室的修復が有用であった後壁心室中隔穿孔. *胸部外科* 2006; **59**: 1177-1180
- 9) 中井 真尚, 島本 光臣, 野村 亮太, 他: 後壁梗塞に伴う心室中隔穿孔治療成績. *冠疾患誌* 2013; **19**: 205-208
- 10) Musumeci F, Shukla V, Mignosa C, et al: Early repair of postinfarction ventricular septal defect with gelatin-resorcin-formol biological glue. *Ann Thorac Surg* 1996; **62**: 486-488

Sandwich technique via right ventricle incision for repairing postinfarction ventricular septal perforation

Kazuo Yamanaka, Senri Miwa, Hisahi Saguchi, Shinya Takimoto,
Yukiyo Yoshida, Youhei Onga and Yuichi Tara

Department of Cardiovascular Surgery, Tenri Hospital

Objects: The outcome of post-myocardial infarction ventricular septum perforation (VSP) still remains poor even in the era of established cardiovascular surgery. Although we had repaired VSP by modified David-Komeda method since 2002, we changed to Sandwich Technique via Right Ventricle in 2009 because of significant residual shunt. We compared Sandwich technique via Right Ventricle with David-Komeda method. **Patients and Methods:** Between 2002 and 2016, 30 consecutive patients with post-infarction VSP who underwent surgical repair at our institutes were retrospectively reviewed. We compared 15 patients who repaired by Sandwich Technique (S group) with 12 patients by David-Komeda method (DK group). **Sandwich Technique:** After incision into the right ventricle, control of LV venting under beating enables the surgeon to visualize the region. The hard Teflon felt patch is covered with the bovine pericardium not only for the LV side but for the RV side, as well. One places on the left ventricular side and the other on the right ventricular side. Eight interrupted 4-0 polypropylene mattress sutures are applied to the edge of the VSP. **Results:** There were no significant differences in clinical preoperative and intraoperative characteristics of patients between two groups. Although 30 days-mortality was not significantly different, a year-alive rate in S group had a higher tendency. The rates of re-operation and residual shunt were significantly higher in DK group. **Conclusions:** RV incision provides easy bleeding control and the sandwich technique provides geometric preservation of the left ventricular shape and prevents residual shunt.

KEY WORDS: complications following acute myocardial infarction, David-Komeda method, sandwich technique via right ventricular, ventricular septal perforation

J Jpn Coron Assoc 2018; **24**: 71-75