

# Endocardial linear infarct exclusion technique (ELIET)

## を用いた左室形成術：Dor 手術との比較

土井 潔, 夜久 均

虚血性心筋症では左室形態が紡錘状から球状に変化する。左室形成術として一般的な Dor 手術ではこの球状化傾向が増す。われわれの行っている endoventricular linear infarct exclusion technique (ELIET) では、左室を長軸方向に切開し円周方向へ縫合することによって左室短軸径を縮小する。今回 Dor 手術 27 例と ELIET 10 例をその形状変化について比較検討した。左室駆出率は、両群において術後有意に改善した。左室拡張期末期径および収縮末期径の術後縮小率は Dor 群よりも ELIET 群でいずれも大きかった。左室球状化の指標である sphericity index は両群において術後に増加したが、その比率は Dor 群の方が大きい傾向にあった。すなわち Dor 手術と比較し、ELIET では左室短軸方向への縮小効果が大きく、形成術後の左室球状化を低く抑えることが出来た。

KEY WORDS: ischemic cardiomyopathy, surgical ventricular restoration

Doi K, Yaku H: A new surgical ventricular restoration for ischemic cardiomyopathy: Endocardial linear infarct exclusion technique. J Jpn Coron Assoc 2010; 16: 197-201

### I. 緒 言

虚血性心筋症では左心室形態が紡錘状から球状に変化してくる<sup>1)</sup>。左室形成術として一般的な Dor 手術では梗塞部を切開し左室内膜側にタバコ縫合を置いて縫縮するため、術後に左室長軸が短縮してこの球状化傾向が増すと報告されている<sup>2, 3)</sup>(図 1)。一方われわれの行っている endocardial linear infarct exclusion technique (ELIET) では、梗塞部位を長軸方向に切開しそのまま円周方向へ縫合することによって長軸方向よりも短軸方向へ左室が縮小すると期待される(図 2)。今回、Dor 手術と ELIET の成績を、特に左室の形態に重点をおいて比較検討した。

### II. 対象と方法

1999 年 3 月から 2008 年 3 月までの期間に当施設で Dor 手術を行った 27 例(Dor 群)と左室前壁を中心に ELIET を行った 10 例(ELIET 群)を対象とした。

われわれの行った Dor 手術の手術手技では、まず左室心尖部から前壁にかけて(心筋梗塞の結果壁厚の薄くなった)左室壁を左前下行枝に平行に切開し、2-0 polypropylene 糸にて左室内膜側より健常部分と梗塞(線維化)部分の境界線に沿ってタバコ縫合をかけた。そしてこのタバコ

縫合を絞めることにより左室容積を縮小し、同時に梗塞心筋部を除外(exclusion)した。必要に応じて縫縮した境界線に円形のパッチを縫着し、左室容積を調節した。パッチ材料として woven polyester 人工血管を用いた。さらに左室切開部を短冊状の二枚のフェルトで挟み、2-0 polypropylene 糸を用いた全層の水平 mattress 結節縫合で補強した。

一方 ELIET の手術手技では、まず左室梗塞壁を心尖部から心室基部に向かい左室長軸に沿って切開した。この際、梗塞が下壁へ進展している場合には切開線を下壁へ延長した。その切開線は、前・後下行枝などを損傷しないようこれらの冠動脈枝と平行においた。続いて左室切開を外反させ、心室内膜側(endocardial)より健常部分と梗塞(線維化)部分の境界線どうしを linear に左室長軸方向へ合わせ 4-0 polypropylene 糸を用い over and over 連続縫合で閉じた(1 層目)。その結果、心室切開部を含む梗塞部は linear に除外(exclusion)された。この 1 層目の縫合線は、左室壁の折り返し幅を決定する。最後に切開部を短冊状の二枚のフェルトで挟み 2-0 polypropylene 糸を用いた全層の水平 mattress 結節縫合ならびに over and over 連続縫合で補強した(2 層目)。前壁梗塞に心室中隔梗塞を合併している場合には、左前下行枝が縫合線に巻き込まれないように 2 層目の縫い幅を考慮して左室切開を加えた(図 3)。術後左室容量の目安として、先に述べたごとく左室壁の折り返し幅を用いた。例えば 2 cm の折り返し幅であれば、左室外周長は 4 cm 短縮しその結果左室短径は  $4\sqrt{\pi}$  cm 短縮すると予測した。さらに 100 ml の生

京都府立医科大学大学院医学研究科心臓血管・呼吸器外科  
(〒 602-8566 京都市上京区河原町通広小路 465)  
(本論文の主旨は第 22 回冠疾患学会にて発表した)  
(2008.6.24 受付, 2010.4.24 受理)

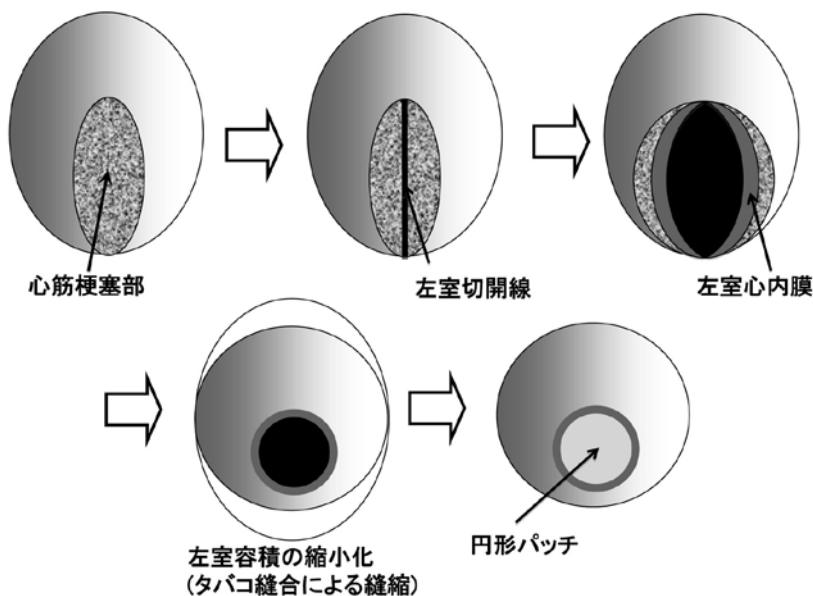


図1 Dor手術  
梗塞部を切開し左室内膜面にタバコ縫合をおいて縫縮すると左室容積が縮小する。しかしながら左室長軸方向が短縮して、左室形態が球状になる。

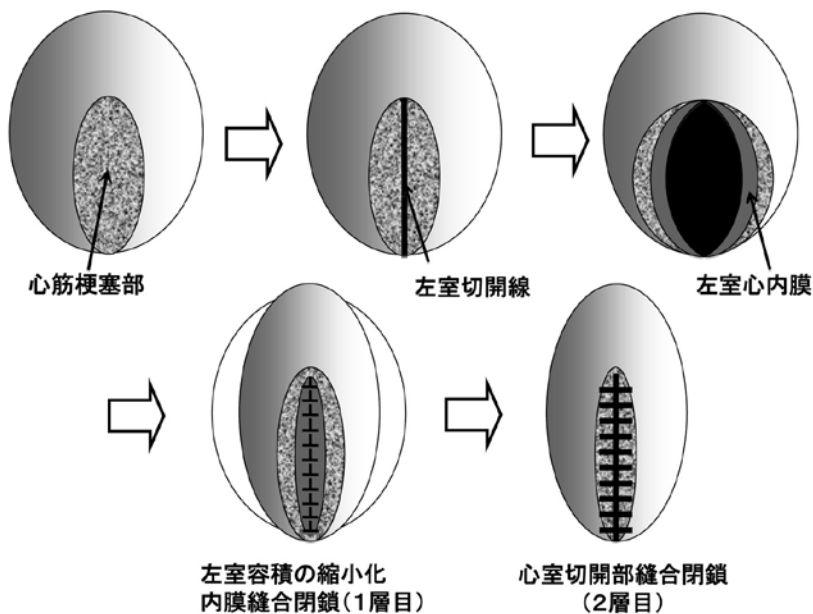


図2 ELIET (endocardial linear infarct exclusion technique)  
内膜側どうしをlinearに左室長軸方向へ縫合すると短軸方向が短縮して左室容積を縮小する。この場合には左室形態の紡錘性が保たれる。

理食塩水で満たしたバルーンを閉鎖する直前の左室内に置き、残存左室容量が100 ml以上あることを確認した。

虚血性僧帽弁逆流症に対する僧帽弁形成術あるいは置換術の適応は、2004年以前においては中等度(3度)以上の逆流が対象であったが、それ以降は2度以下でも過去に心不全の既往がある症例においても施行するようになった。

左室の形態および機能を評価する目的で、術前および術後6カ月以降の遠隔期に心エコーを行った。また2004年3月以降の症例では心臓MRIを用いた左室の形態・機能評価も行った。心臓MRIにて計測した左室長軸径に対

する短軸径の比率(sphericity index)を計算し、これを左室の球状化の程度を表す指標として用いた。

計測値は平均±標準偏差で表記した。Dor群とELIET群の統計学的比較にはStudent's t-testおよびchi-square testを用い、 $p < 0.05$ をもって有意差ありとした。統計ソフトはStatView version 5.0(SAS Institute Inc)を用いた。

### III. 結 果

患者の術前背景因子を表1に示す。年齢、病変枝数、心不全重症度(NYHA)および心エコーで計測した左室駆出率(LVEF)、左室拡張末期径(LVDd)、僧帽弁逆流症

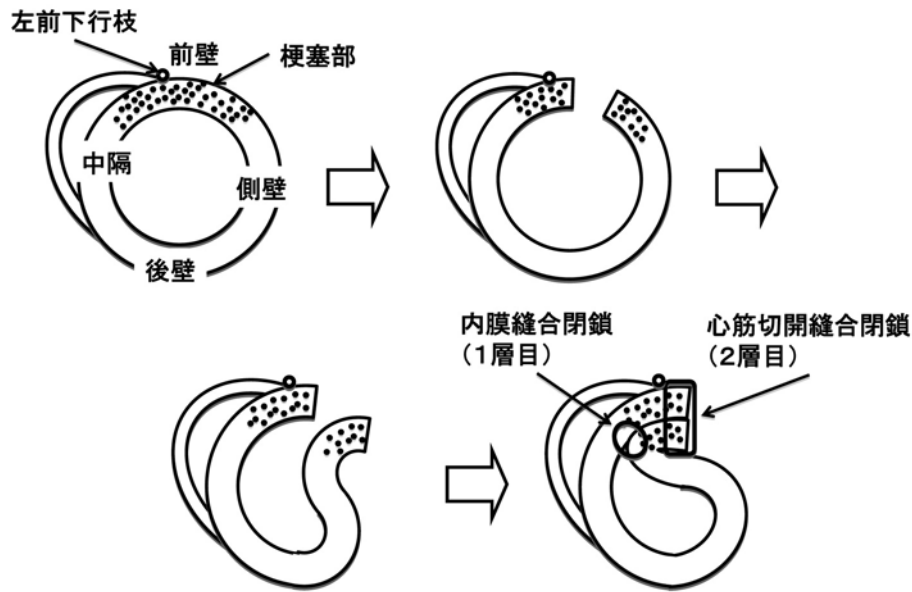


図3 左室中隔梗塞を合併している場合のELIETの術式  
左前下行枝が縫合線に巻き込まれないように2層目の縫い幅を考慮して左室切開を加える。

表1 患者の術前背景因子

	Dor 群 (n=27)	ELIET 群 (n=10)	p 値
年齢(歳)	61.5±8.0	66.5±11.9	NS
病変枝数(本)	2.3±0.9	2.5±0.8	NS
NYHA(度)	2.6±1.1	2.9±1.0	NS
LVEF (%)	36.5±11.5	33.4±9.0	NS
LVDd (mm)	60.5±7.5	58.0±7.9	NS
MR(度)	1.6±1.3	1.5±1.1	NS

表2 左室形成術と同時に行った手術手技

	Dor 群 (n=27)	ELIET 群 (n=10)	p 値
冠動脈バイパス術	25	9	NS
末梢側吻合数(本)	2.9±1.5	2.8±1.8	NS
僧帽弁形成術			
僧帽弁輪縫縮術	6	5	<0.05
乳頭筋吊り上げ術	0	2	
僧帽弁置換術	1	0	
大動脈弁置換術	1	1	
三尖弁輪縫縮術	1	1	
Maze 手術	0	1	

(MR)の程度において両群間に差を認めなかった。

左室形成術で除外(exclusion)された左室の梗塞領域は、Dor 群の場合その全 27 例が心尖から前壁であった。一方 ELIET 群の場合には 10 例中の、6 例が心尖から前壁で 4 例が心尖から前壁と下壁へおよぶ広範囲であった。

左室形成術と同時に行った手術手技を表 2 に示す。Dor 群では 27 例中の 25 例で、ELIET 群では 10 例中の 9 例で冠動脈バイパス術(CABG)を行い、両群間で末梢側吻合数に差を認めなかった。また虚血性僧帽弁逆流症に対し、Dor 群では 27 例中の 7 例に、ELIET 群では 10 例中の 5 例に僧帽弁手術を行った。

術後に Dor 群では LOS による手術死亡が 1 例あったが、ELIET 群では手術死亡はなかった。また Dor 群では術後 2 カ月目と 6 カ月目にそれぞれ 1 例が心不全のため

に入院を必要とし、1 例が術後 3 年目に突然死した。一方 ELIET 群では術後 4 カ月目と 6 カ月目にそれぞれ 1 例が心不全のために入院を必要とし、1 例が術後 3 カ月目に脳梗塞が原因で、1 例が術後 1 年目に肝臓癌が原因で死亡した。

心エコーで計測した術前および術後 6 カ月における左室パラメーターの変化を表 3 に示す。Dor 群において左室駆出率(LVEF)は、術前 35.3±10.1%から術後 6 カ月で 54.0±17.1%と有意に改善した。左室拡張末期径(LVDd)は、術前 60.5±8.1 mm から術後 6 カ月で 57.8±6.3 mm とほとんど変化を認めなかった。しかし左室収縮末期径(LVDs)は、術前 49.0±10.2 mm から術後 6 カ月で 40.4±7.2 mm と有意に減少した。一方 ELIET 群において LVEF は、術前 33.1±9.5%から術後 6 カ月で 60.5±5.8%と有意に改善

表3 心臓エコーおよび心臓MRIによる左室機能・形態評価

	Dor 群			ELIET 群		
	術前	術後6カ月	%変化率	術前	術後6カ月	%変化率
LVEF(%)	35.3±10.1	54.0±17.1*	+53.0	33.1±9.5	60.5±5.8*	+82.8
LVDd (mm)	60.5±8.1	57.8±6.3	-4.5	58.9±7.8	50.8±3.4	-13.8
LVDs (mm)	49.0±10.2	40.4±7.2*	-17.6	50.2±9.0	34.8±3.4*	-30.7
MR(度)	1.6±1.2	0.9±0.9		1.3±1.0	1.5±0.6	
LVEDV (ml)	243.7±77.8	193.0±35.4	-20.8	208.5±56.9	145.7±53.2*	-30.1
LVESV (ml)	192.0±73.5	149.5±43.1	-22.1	161.2±61.2	92.7±54.7*	-42.5
左室長軸径 (cm)	10.4±1.0	9.4±0.1	-9.6	10.0±0.9	8.4±0.8	-16.0
左室短軸径 (cm)	7.1±0.8	7.0±0.5	-1.4	6.3±1.1	5.4±1.1	-14.3
Sphericity index	0.68±0.03	0.74±0.05	+8.8	0.63±0.07	0.65±0.09	+3.2

\* 術前計測値と比較して有意差(p<0.05)を認めた術後計測値.

した. LVDdは, 術前58.9±7.8 mmから術後6カ月で50.8±3.4 mmと著明に減少した. またLVDsは, 術前50.2±9.0 mmから術後6カ月で34.8±3.4 mmと有意に減少した.

つぎに心臓MRIを用いて計測した左室形態パラメーターの変化を同じく表3に示す. 拡張末期容量(EDV)および収縮末期容量(ESV)は, Dor群とELIET群の両群において術後に減少した. また, 左室長軸径も両群において減少した. しかし左室短軸径がDor群においてほとんど変化しなかったのに対し, ELIET群では減少傾向を認めた. その結果, sphericity indexは両群において術後増加したが, その増加率はDor群のほうがELIET群よりも大きい傾向にあった.

#### IV. 考 察

一般的に虚血性心筋症が進行すると心室容積が増加し, 正常ならば紡錘状である左室の形態が球状に変化してくる(リモデリング). そして虚血性心筋症における心不全は心筋梗塞による心筋収縮力低下だけが原因でなく, リモデリングによる病的な心室形態もその一因であると考えられている<sup>1)</sup>. この仮説に基づき, 病的な心室形態を外科的に修正することによって心機能の改善を図る方法が左室形成術である.

左室形成術の術式として最も一般的に行われているDor手術では, 切開した左室内膜側より健常部分と梗塞部分の境界線に沿ってタバコ縫合をかける. そしてこのタバコ縫合を絞めることにより拡大した左室容積を縮小できる. しかしながらDor手術の場合, リモデリングによる左室の球状化傾向が, 形成術後さらに増悪すると報告されている<sup>2, 3)</sup>.

これに対しELIETでは, 梗塞部位を長軸方向に切開しそのまま円周方向へ縫合することによって, 左室長軸をあまり短縮させることなく短軸方向へ小さくする. その結果, 形成術後に左室がさらに球状化することを予防出

来ると期待される.

心エコーを用いた評価では, Dor手術後と遜色ないレベルまでELIET術後の心機能(LVEF)は改善した. LVDdはDor群においてほとんど変化がなかったのに対し, ELIET群では術後に縮小する傾向にあった. すなわち左室短軸方向へ小さくするELIETを用いた左室形成術の効果が現れたと考えられた.

心臓MRIを用いた評価では, Dor手術とELIETはどちらも効果的に左室容積(EDV, ESV)を減少させた. しかし左室形態について見てみると, Dor手術では左室長軸径が縮小したにもかかわらず短軸径がほとんど変化しなかったため, sphericity indexは術後に増加した. すなわちこれまで報告されて来たとおりDor手術後に左室の球状化傾向が増した. 一方ELIETでは左室長軸径が縮小すると共に短軸径も縮小したため, sphericity indexは増加したものの, その増加率はDor手術後よりも小さく抑えられた.

われわれの施設では, 2006年3月以降積極的にELIETを用いた左室形成術を行っている. ELIETの長所として先に述べた左室球状化傾向の悪化を防ぐ事他に, 左室前壁だけでなく側壁や下後壁梗塞に対しても適用出来る事が挙げられる. 左室の複数領域に対する形成法としてConteらは左室内側からのlinear plicationを報告しているが<sup>4)</sup>, ELIETでは前壁梗塞を合併していない側壁および下後壁単独の梗塞に対しても適用出来ることや, 梗塞部を2層で縫合しているためexclusion lineへのストレスが軽減され縫合部のcuttingのリスクが小さくなる点においてより優れていると考えられる.

また心室瘤に対する古典的な術式「心室壁切開後の自由壁直接閉鎖法」と異なり, 心室内膜と心室壁切開ラインの二層で閉じているため縫合ラインから出血するリスクが少ない. さらに手技的に簡単のため比較的短時間で出来る. 一般的に虚血性心筋症では左室形成術だけでなく冠動脈バイパス術や僧帽弁形成術を同時に行う事も多いた

め、短時間で行える ELIET は大変有用である。一方 ELIET の問題点として、心室中隔の広範囲に及ぶ梗塞の場合には、残存する左室容積が小さくなりすぎる危険性から適用が困難な事が挙げられる。このようなケースでは SAVE 手術の方が適している可能性がある<sup>5)</sup>。また、前壁中隔から下壁に及ぶような非常に広範囲の梗塞の場合に左室形態の紡錘性を維持しようとする、新しい心尖部付近でどうしても梗塞部を完全に除外出来ないことが起こりうる。すなわち術後遠隔期において除外出来なかった梗塞部が、心室リモデリング再発の原因になる可能性がある。

左室形成術の方法には大きく分けて Dor 手術を代表としたパッチを使用する形成法と ELIET 法のようにパッチを使用しない閉鎖法の二つがある。これら二つの方法の短期・長期成績についてこれまで多くの比較研究が報告されてきたが、現在までのところ両者の間に優劣がつかない<sup>6-9)</sup>。われわれの研究は後ろ向き研究であり無作為化比較対照研究ではないため、その結果の解釈にはやや慎重を要するが、少なくとも術後6カ月までの心エコーおよび MRI の計測結果によると ELIET は従来の Dor 手術よりも左室機能・形態の改善において優れている可能性があった。また術後最長2年半までの追跡調査の結果によると、ELIET 群の周術期成績・心不全発生率・心臓関連死発生率は Dor 群の成績と遜色なかった。したがってわれわれは今後も ELIET を用いた左室形成術を積極的に行い、その成績を検討していきたいと考えている。

## V. 結 論

Dor 手術と比較し ELIET では左室短軸方向への縮小において効果があった。その結果、ELIET では形成術後の左室球状化の程度を低く抑えることが出来た。また、左室機能改善の程度および短期・中期成績において ELIET は Dor 手術と遜色のない成績を示した。

## 文 献

- 1) Buckberg GD: Congestive heart failure: Treat the disease, not the symptom: Return to normalcy/Part II The experimental approach. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; **134**: 844-849
- 2) Marchenko AV, Cherniavsky AM, Volokitina TL, Alsov SA, Karaskov AM: Left ventricular dimension and shape after postinfarction aneurysm repair. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; **27**: 475-480
- 3) Ueno T, Sakata R, Iguro Y, Yamamoto H, Ueno M, Ueno T, Matsumoto K: Mid-term changes of left ventricular geometry and function after Dor, SAVE, and Overlapping procedures. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; **32**: 52-57
- 4) Patel ND, Williams JA, Barreiro CJ, Bonde PN, Waldron MM, Chang DC, Bluemke DA, Conte JV: Surgical ventricular remodeling for multiterritory myocardial infarction: Defining a new patient population. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; **130**: 1698-1706
- 5) Isomura T, Horii T, Suma H, Buckberg GD; RESTORE Group: Septal anterior ventricular exclusion operation (Pacopexy) for ischemic dilated cardiomyopathy: treat form not disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; **29 Suppl 1**: S245-S250
- 6) Mukaddirov M, Demaria RG, Perrault LP, Frapier JM, Albat B: Reconstructive surgery of postinfarction left ventricular aneurysms: techniques and unsolved problems. *Eur J Cardiovasc Surg* 2008; **34**: 256-261
- 7) Parolari A, Naliato M, Loardi C, Denti P, Trezzi M, Zanolini M, Porqueddu M, Roberto M, Kassem S, Alamanni F, Tremoli E, Biglioli P: Surgery of left ventricular aneurysm: A meta-analysis of early outcomes following different reconstruction techniques. *Ann Thorac Surg*; 2007; **83**: 2009-2016
- 8) Kerem M, Sener E, Ozatik MA, Tasdemir O, Bayazit K: Left ventricular aneurysm repair: an assessment of surgical treatment modalities. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; **13**: 49-56
- 9) Mukaddirov M, Frapier JM, Demaria RG, Albat B: Surgical treatment of postinfarction anterior left ventricular aneurysms: linear vs. patch plasty repair. *Interac CardioVasc Thorac Surg* 2008; **7**: 256-261