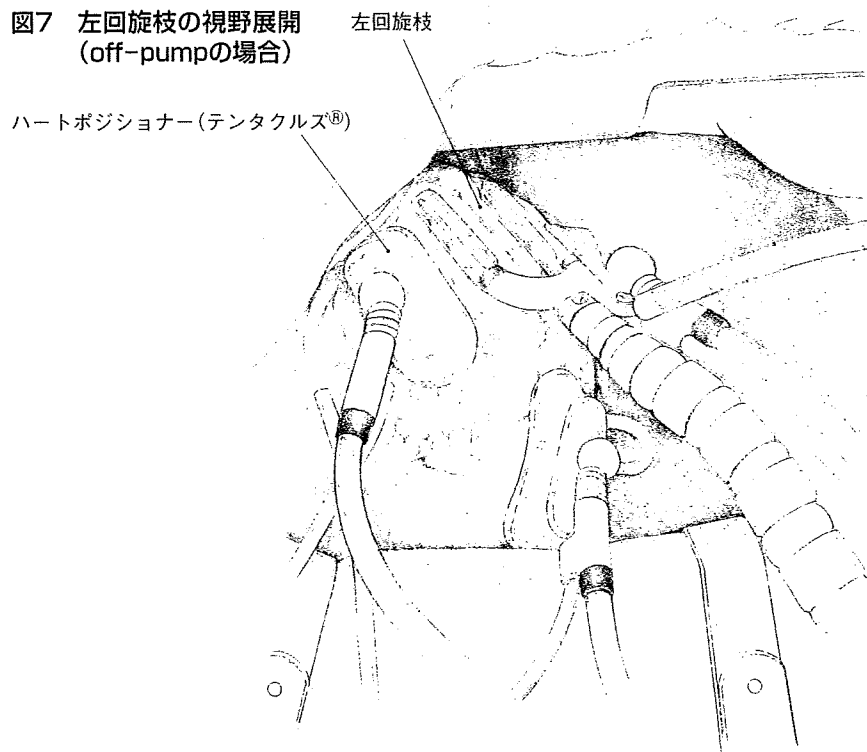


2 左回旋枝

① off-pumpの場合

吻合したい左回旋枝の末梢に1つのアーム、high lateral branchの領域、後側壁にそれぞれ置き、3つのアームを利用して脱転する。筆者は右胸壁を挙上し、その下に心尖部を完納する形で左回旋枝領域の作業空間を広く取る工夫をしている。またこの時左回旋枝が自分に向かってくるような方向に位置させる(図7)。

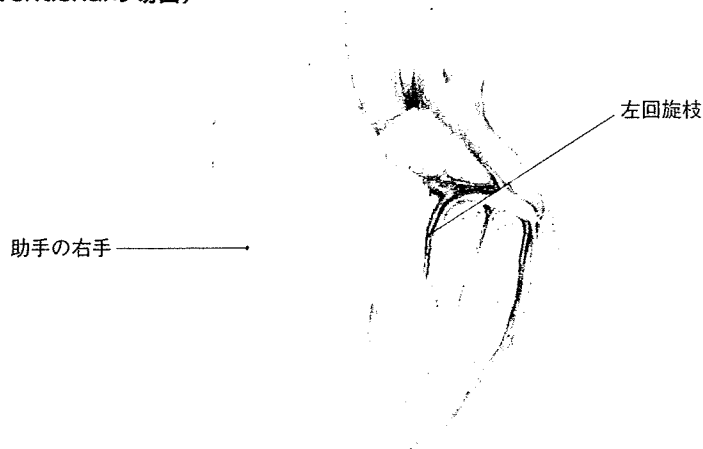
図7 左回旋枝の視野展開
(off-pumpの場合)



② conventionalの場合

湿ミクリツガーゼを心嚢腔の底部に2枚挿入し、心臓基部を右側上方に持ち上げる。さらにoff-pumpで使用するスタビライザーを吻合部に使用し、視野を展開し固定する(図8)。スタビライザーを用いない場合は、助手が右手母指で吻合部のすぐ遠位部の心筋を指圧するように押さえ視野展開する。

図8 左回旋枝の視野展開
(conventionalの場合)



3 右後下行枝

① off-pumpの場合

アームの1つを鋭縁のすぐ下面心尖部に近く、もう1つを右後側壁枝の末梢に付け部
に脱転する(図9)。

② conventionalの場合

心嚢腔横隔面に湿ミクリツガーゼを挿入し、心臓を頭側に脱転する(図10)。スタビ
ライザーでさらに脱転し固定するか、あるいは助手が右手母指で後下行枝の吻合部のさ
ぐ遠位の心筋を指圧するように押さえ視野を展開する。

図9 右後下行枝の視野展開
(off-pumpの場合)

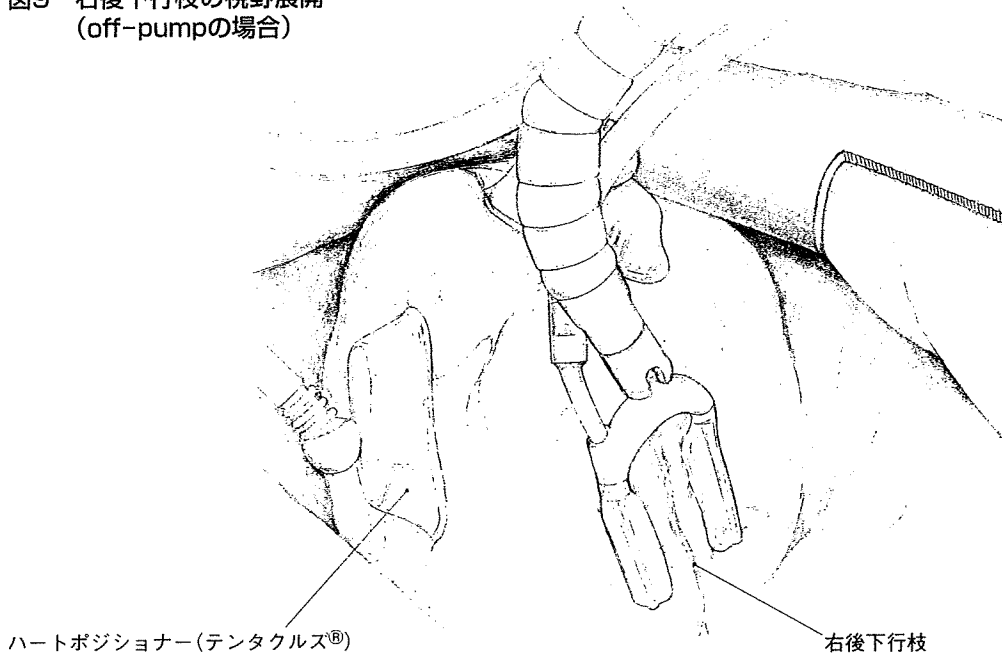
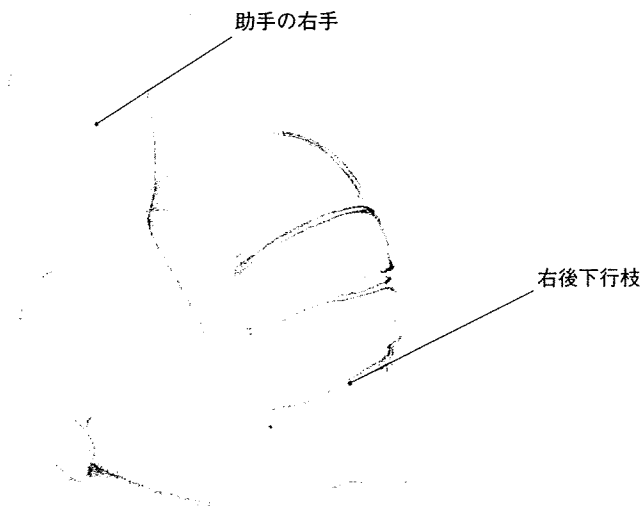


図10 右後下行枝の視野展開
(conventionalの場合)



1 右内胸動脈-左前下行枝吻合

内胸動脈は弾性動脈で動脈硬化が起こりにくく、グラフト材料としても最高の開存性が期待できる。したがって両側内胸動脈を特に左冠動脈領域に使用すると片側のみの使用よりも生存率の向上が期待できる。筆者は3枝病変の場合、原則右内胸動脈を左前下行枝に、左内胸動脈を左回旋枝領域に使用している。ただしこの使用方法では右内胸動脈が正中線を横切ることになり、もしグラフトが胸骨の裏面に癒着すると、再手術はきわめてリスクが高くなる。それを防ぐ目的で、右内胸動脈の経路を右横隔神経に沿ってとり、心膜を切り込んでその底部を通し、上行大動脈直上を横切るように走行させ、閉胸時にはグラフトを心膜、胸腺脂肪で完全に覆うようにするのが必須である。

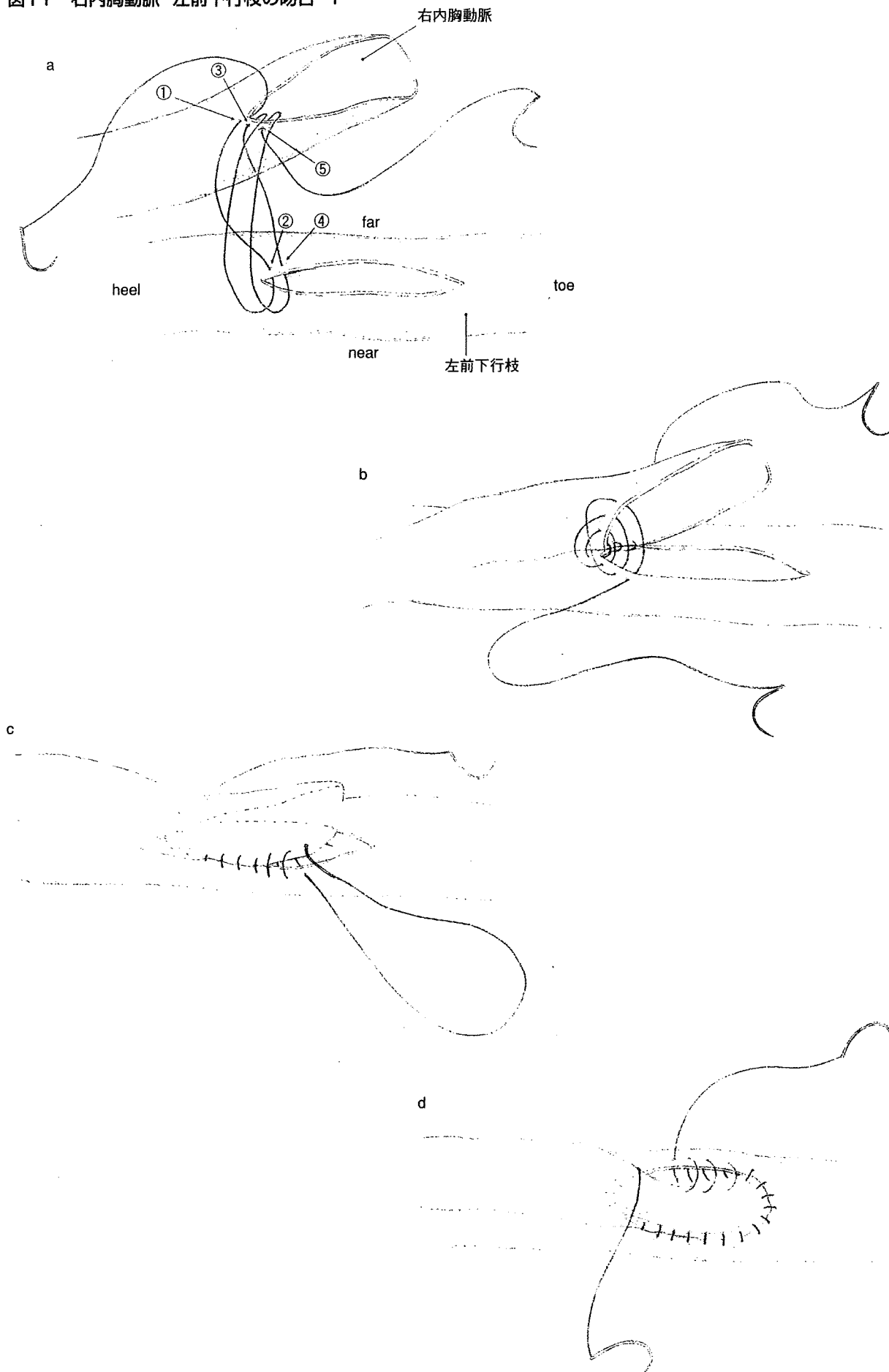
off-pumpで手術を行う場合は、通常右内胸動脈-左前下行枝吻合から行っている。conventional CABG、弁膜症などの合併手術の場合はこの吻合を手技の一番最後、遮断解除直前あるいは直後に行うこととなる。

視野の中央に心臓を位置させ、冠動脈の剥離を行う。剥離は冠動脈の中心線のみを剥離するようにし、冠動脈全体を剥離しすぎないようにする。冠動脈に周囲の組織が被ってくるようであれば、組織に6-0モノフィラメント糸にてtraction sutureを置くと、冠動脈を切開した時に切開口が広がる。

まず冠動脈切開を行う。切開長はグラフトの口径にもよるが、内胸動脈であれば約7mm程度が適当である。吻合口はやや大きめに感じられるくらいにとり、決して小さすぎることがないように気を付ける。切開口に病変などなく吻合可能であることを確信した後、次に内胸動脈を吻合部に無理なく届くように切断、創縁に固定し、端側吻合の場合は冠動脈切開長とほぼ同じ長さのcut backを入れる。

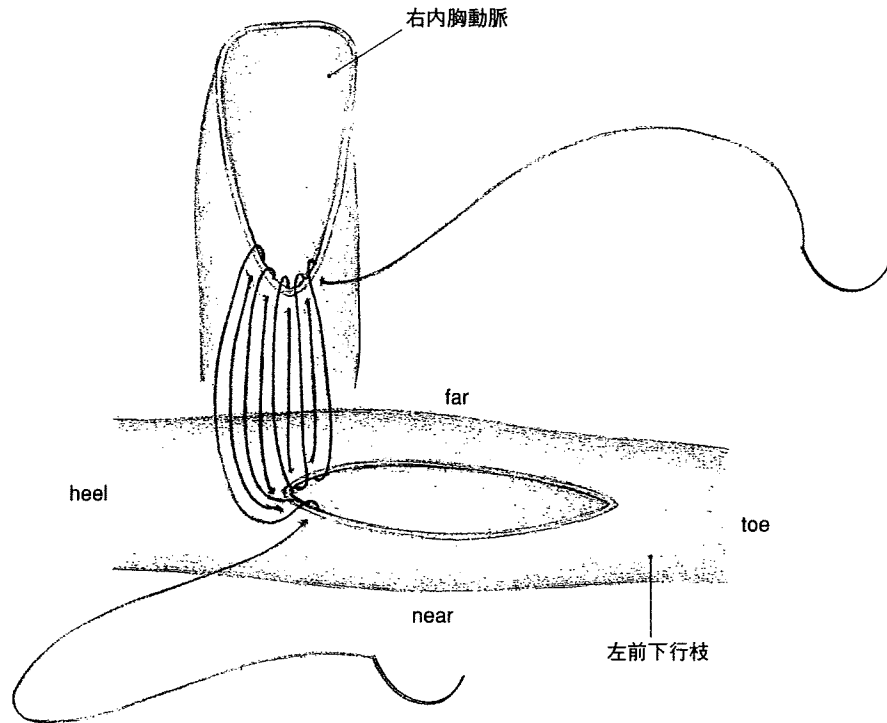
吻合は8-0モノフィラメント糸を使用している。まずグラフトのheelの頂点に内外で運針し、針を変えずに冠動脈のheelの頂点からfar sideに1針隣に外内でかける。さらにもう1針ずつグラフト、冠動脈にかけ、最後に1針グラフトから抜いてパラシュートでグラフトを降ろす(図11a①→②→③→④)。針を変えて、冠動脈のheelの頂点に内外、グラフトのheel頂点からnear sideのすぐ隣の1針を外内、冠動脈のheel頂点からnear sideのすぐ隣の1針を内外でかける。あとはnear sideの側面の運針が続くが、中央まではグラフトを吻合口に被せるように置き、グラフト外内、冠動脈内外をone actionで進む(図11b)。中央を越えたあたりで、グラフト遠位部を頭側に振り、グラフト外内、冠動脈内外をtwo actionで進む(図11c)、そのままtoeを回りfar sideに移る(図11d)。そのまま進み最初の糸と結紮して終了する。結紮する直前にはグラフトの遮断を解除し、空気抜きを行う。

図11 右内胸動脈-左前下行枝の吻合-1



もう一つ比較的汎用されている吻合法を提示する。グラフトを浮かしたままグラフトのheelの頂点から2針far sideを外内で運針し、そのまま冠動脈を内外、そのままheelの頂点を越えて進み、冠動脈のheelの頂点を2針near sideに越えたところで内外で出し針を変える(図12)。対側の針はグラフトの外にあるので、マットレスでグラフト外内、冠動脈内外と運針し、far sideをtoeに向けて進んで行く。toeをそのまま回り、near sideを順針で進み、最後は冠動脈側でマットレスの形で結紮する。

図12 右内胸動脈-左前下行枝の吻合-2



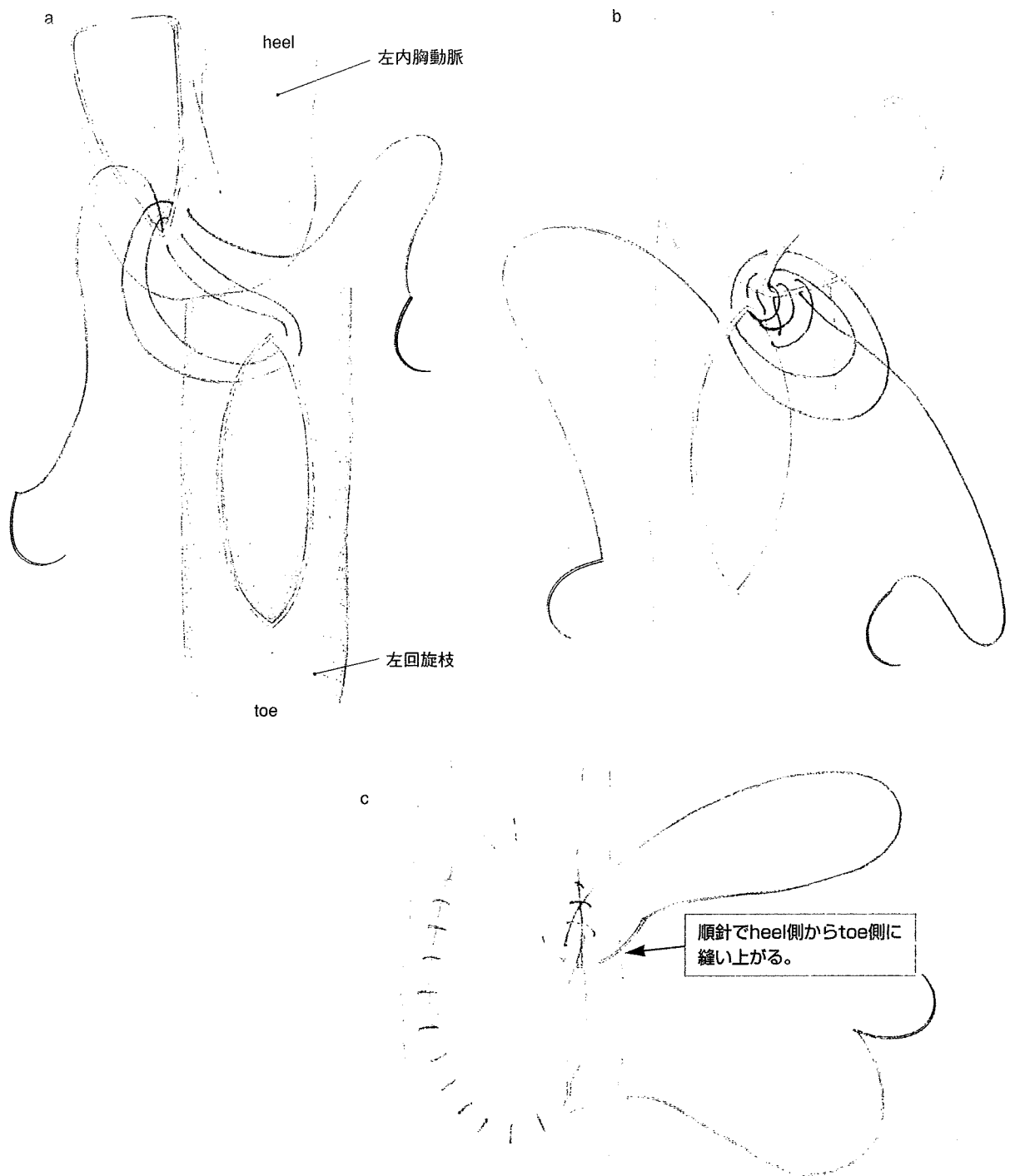
2 左内胸動脈-左回旋枝吻合

左内胸動脈のトリミングの仕方・切開法、冠動脈の剥離・切開法は右内胸動脈-左前下行枝吻合の場合と同様である。パラシュートの仕方、heel側から左サイドを反時計回りにtoeまで回ってくるのは左前下行枝への吻合とまったく同じである(図13a, b)。ただ右サイドをそのままバックハンドで縫合していくのは非常に難しいため、toeを数針越えた時点で針を変え、同じサイドを順針でheel側からtoe側に縫い上がるのが確実である(図13c, @ video 2)。

▶▶ Video 2



図13 左内胸動脈-左回旋枝の吻合



3 右胃大網動脈-右後下行枝吻合

右胃大網動脈は横隔膜面に固定する。パラシュートの仕方, heel側から半時計回りで1周するのは他の吻合と同様である。ただグラフトと冠動脈の位置関係から, パラシュートを降ろす前はnear sideを運針し, パラシュートを降ろした後はfar sideからtoeを回り, near sideに戻ってくる事となる。

4 上行大動脈-大伏在静脈吻合(中枢側吻合)

①off-pumpの場合

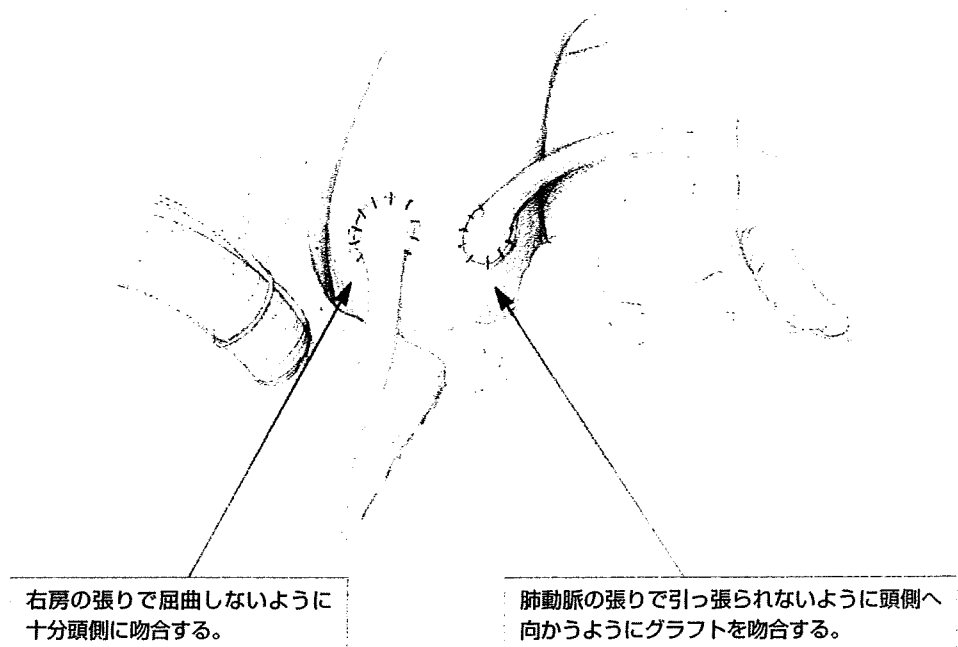
Enclose™, Heartstring™といった上行大動脈を内側からシールするデバイスを使用するが、その際には針でデバイスを引っ掛けないようにすることが重要で、そのためには大動脈のすべての運針を内外で行うことが必須である。

Heartstring™は4.5mmのパンチで上行大動脈に吻合口を作成するが、中で広げる傘の大きさが直径15mmであり、縫い代を考えると吻合口をそれ以上に大きくすることはできない。Enclose™の場合は比較的大きな吻合口を作成することができる。中央部を鈍のピーパーメスで内膜まで切開し、モスキートでパンチが入る大きさまで広げる。パンチは4.5mmを用い、左右はあまり広げず長軸方向に伸ばし、長楕円形の吻合口を作成する。

糸は6-0モノフィラメント糸強彎針を用いる。グラフトを胸壁に固定し、cut backは吻合口の長さよりやや長くする。グラフトのheelを外内でかけ、すぐ隣に離れずに内外で戻り、heelの頂点でマットレスにする。その針で時計回りに動脈内外、グラフト外内でグラフトの三角の辺縁まで数針で進み、パラシュートで落とす。針を変え反時計回りに動脈内外、グラフト外内で1周する(図14)。最後動脈側に抜けた糸をマットレスで結紮するので、小さい心膜片をプロジェクトにして結紮し、動脈のカッティングを防止する。

大伏在静脈の中枢吻合部からの走行であるが、左冠動脈へのグラフトは主肺動脈遠位部へ向けて上行大動脈に平行に近く走行させ、肺動脈の拡張具合によってグラフトが引っ張られたり、折れ曲がったりすることを避ける。右冠動脈へのグラフトは右房の上縁より十分に頭側に中枢吻合部をとり、右房の張りによって中枢吻合部付近で折れ曲がらないように注意する。また、グラフト走行は房室間溝に沿うようにするのが最短距離となる。

図14 上行大動脈-大伏在静脈の吻合(off-pumpの場合)

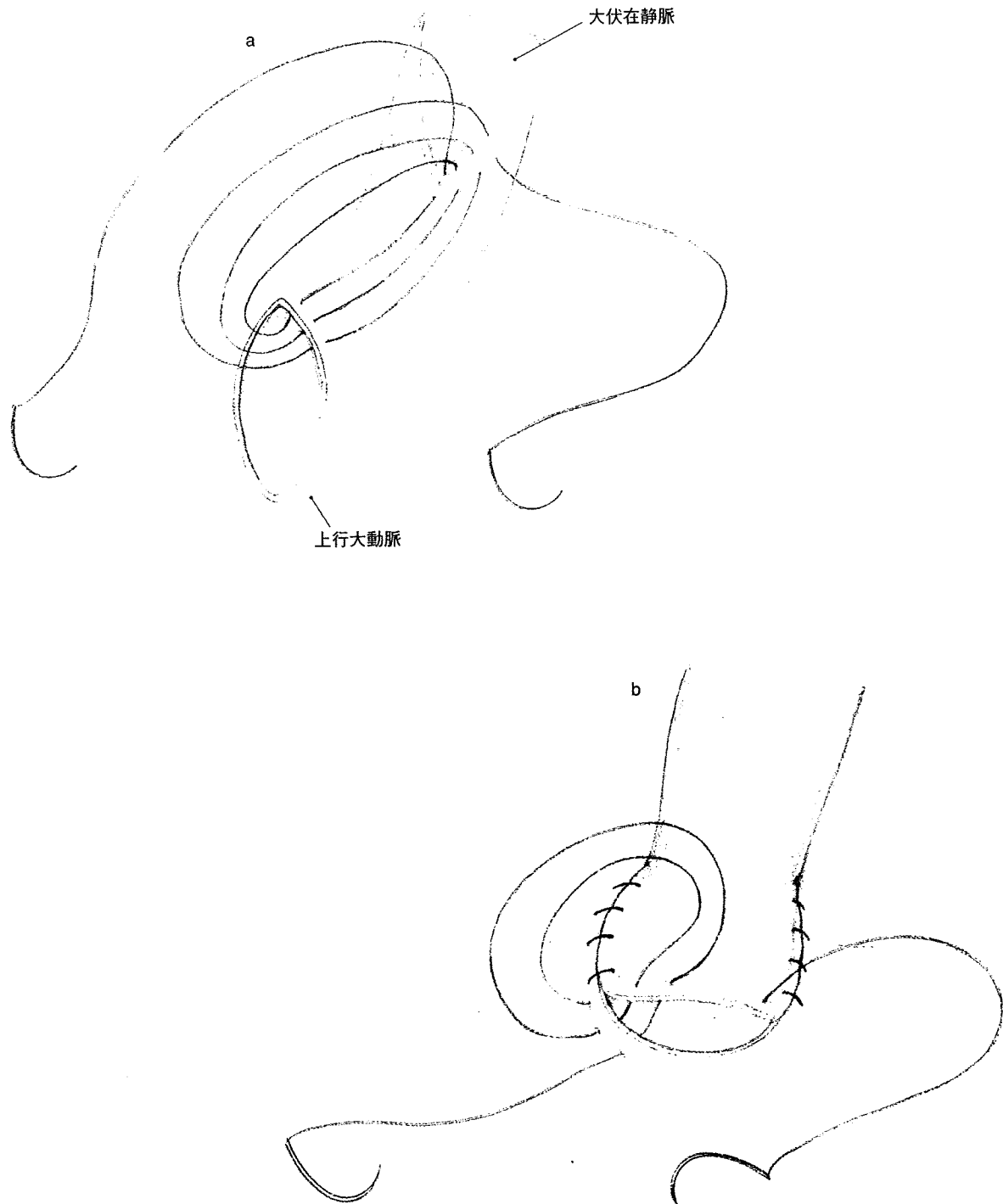


② conventionalの場合

尖刃で上行大動脈に切開を入れた後、4.5mmのパンチを何回か使用し吻合口を作成する。この場合も左右には拡大せず、長軸方向に延長する。

グラフトのheel頂点に内外で始め、そのまま動脈外内、グラフト内外で時計回りにグラフトの三角の辺縁まで進み(図15a)、針を変え動脈内外、グラフト外内で反時計回りに1周して結紮する(図15b)。

図15 上行大動脈-大伏在静脈の吻合 (conventionalの場合)



5 側々吻合

①パラレル吻合

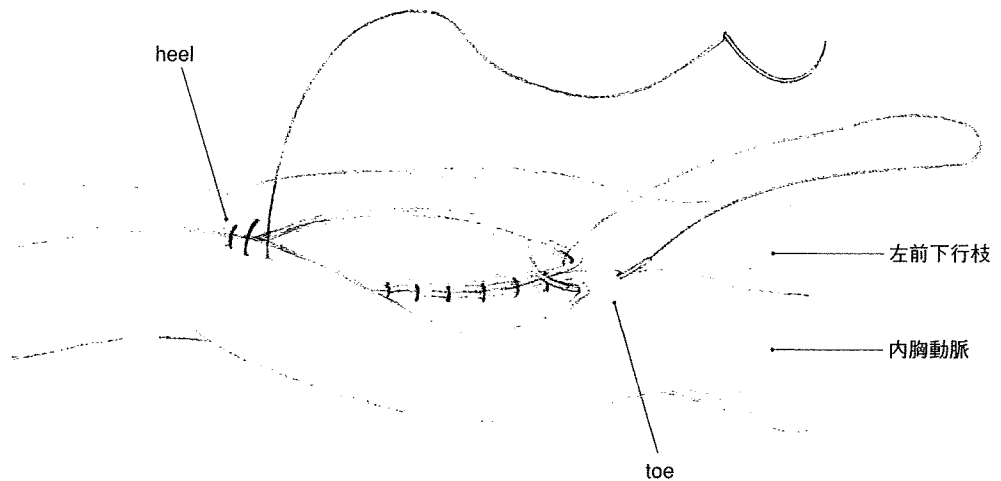
筆者は最近ほとんどすべての冠動脈末梢側吻合で側々吻合を取り入れている。したがってsequentialグラフトではない吻合とsequentialグラフトの遠位部吻合はパラレルの側々吻合としている。基本的には端側吻合と共通の部分が多いが、内胸動脈-左前下行枝吻合を例にとって相違点のみ解説する。

グラフトの外膜上の組織を十分に剥離する。側々吻合の場合は冠動脈切開と同じ長さのグラフトの切開を置くが、その切開の際にはビーバーメスではねるように切開すると必ず解離を起こすので、ビーバーメスで外側から内腔に一度斜めに刺入するのみで後はポッツ剪刀で切開する。

パラシュートの方法、運針の方向は端側吻合とまったく同じである。筆者はパラシュートで降ろした後、near sideからtoeを回ってfar sideを吻合していく。側々吻合の一番のポイントはtoeの回り方である(図16)。特にグラフトのtoeの頂点とその手前の1針で、グラフトに外内で針を抜くときには、グラフトに膨らみを持たすように左手の鑷子でうまく把持し、グラフト内の対側の内膜を引っ掛けないように十分注意する。

吻合が終われば中枢のスネアを解除する前にグラフトの断端を切離し、グラフト流量が十分であることを確認する。その後断端にクリップをかける。

図16 側々吻合(パラレル吻合)



②ダイヤモンド吻合

sequential吻合を行う場合、その中間の吻合は側々吻合になるが、グラフトが十分に太い場合はダイヤモンド吻合を行う。その際に最も重要なことは吻合口が大きくなりすぎないようにすることである。グラフトの直径より大きくすると、吻合部のグラフトの天井が落ち込んだ形、いわゆるsea gull deformationをきたしてしまう(図17)。

パラレル吻合に比し、基本的に吻合は小さめであるので、運針は原則12針で行う。グラフトは冠動脈に直行するように把持し、グラフト切開の中央部を内外、冠動脈heelの頂点から1針右サイドを外内、グラフト切開遠位端までの間に2針内外、冠動脈切開中央部までに2針外内で運針し、グラフト切開遠位端に内外で抜き(図18a)パラシュートで落とす。針を変え冠動脈内外で抜き(図18b)、左サイドを運針、冠動脈toeを回って右サイドに移り結紮する。

図17 sea gull deformation

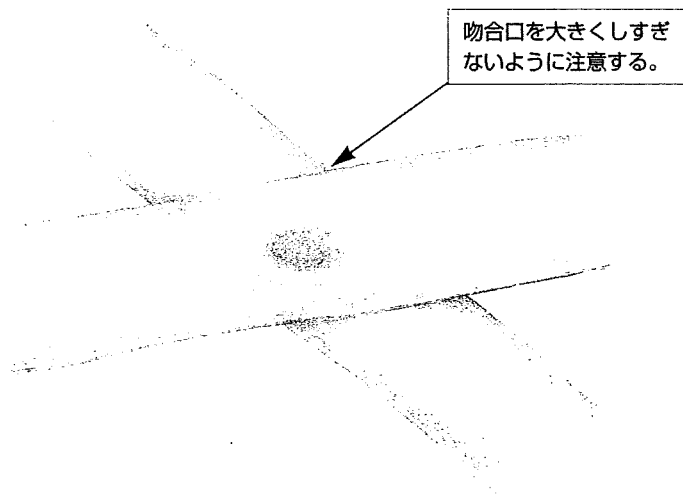
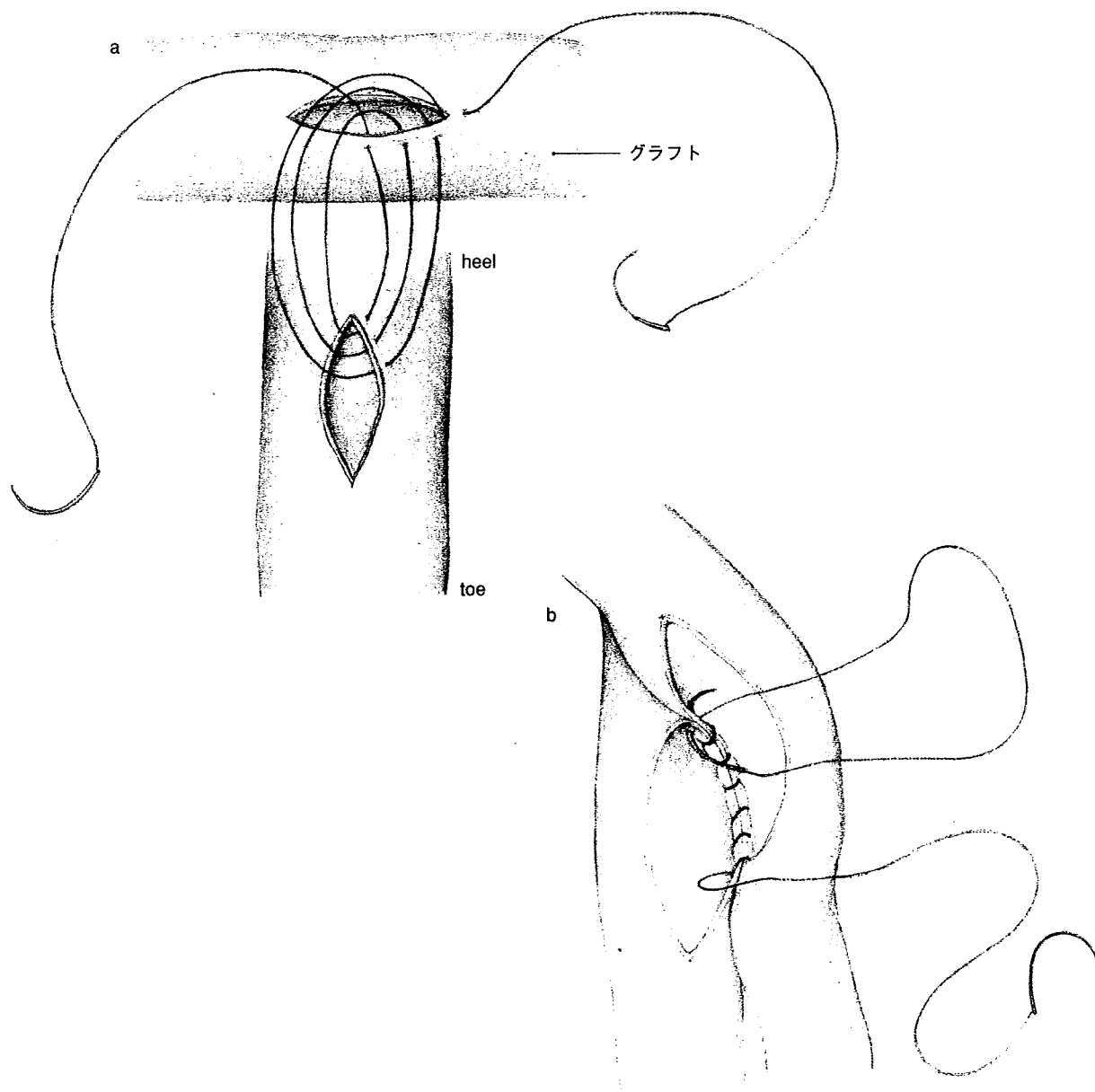


図18 側々吻合(ダイヤモンド吻合)



ピットフォールとトラブルシューティング

まずグラフトの走行であるが、特に右内胸動脈を正中線を越えて左前下行枝に吻合する場合には、再正中切開の際にトラブルにならないようグラフトの走行には細心の注意が必要である。図19のようにグラフト中枢部は、胸膜と右鎖骨下静脈の間を剥離し、横隔神経に沿って走行するようにし、決して胸膜の上に乗せないようにする。右側心膜縁も上大静脈まで切り込み、上大静脈の直上を通過して上行大動脈、右室壁前面から左前下行枝に向かうようにする。また心膜を閉めた後に胸腺や胸膜上の脂肪で完全に覆いつくすことが肝要である。

左内胸動脈を左回旋枝領域に使用する場合も胸膜の上に乗らないように横隔神経に沿って走行させる。その際心膜を辺縁から主肺動脈の心膜翻転部まで切り込み、さらに切開を右側に向けて大動脈弓小彎まで延長する。このようにして、心臓基部を走行する左内胸動脈が心膜によって折れ曲がらないようにする(図20, video 3)。

冠動脈切開した部位が動脈硬化の高度な部分であった場合は、その切開を中枢、末梢の性状の良い部分まで十分に延長し、大きな吻合口を作成する(short onlay patch)(図21)。切開が冠動脈の走行と平行にならなかった場合は、切開を延長してtoeとheelの頂点が冠動脈の正中にくるようにする(図22)。

吻合部の狭窄を回避するためには、グラフトも冠動脈もtoeとheelの頂点とその両側すぐ横の1針を頂点から離れすぎないように運針することが肝要である(図23a)。また端側吻合の場合toe側のグラフトがゆったりと膨らむようないわゆるコブラヘッドにすることが重要であるが、そのためにはグラフトにcut backを入れたその三角の角を十分にtoe側に寄った場所に運針することがポイントである。これは末梢側吻合だけでなく、中枢側吻合にも当てはまる重要なポイントである(図23b)。

▶▶ Video 3



図19 右内胸動脈を左前下行枝に吻合する際のグラフト走行

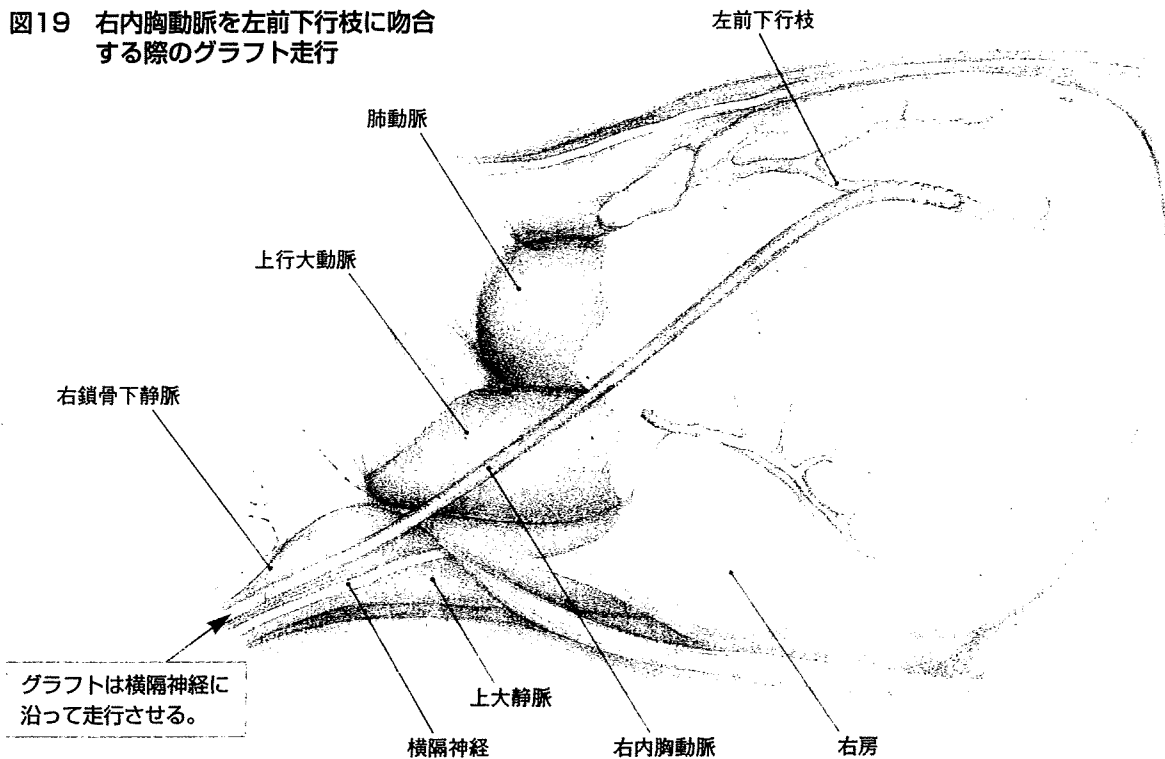


図20 左内胸動脈を左回旋枝領域に吻合する際のグラフト走行

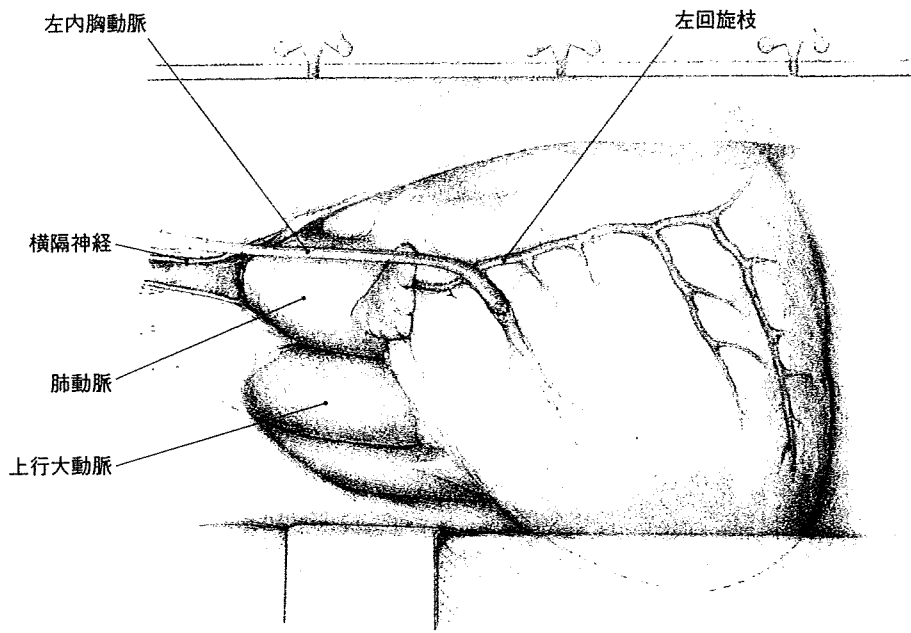


図21 冠動脈に高度な動脈硬化がある場合

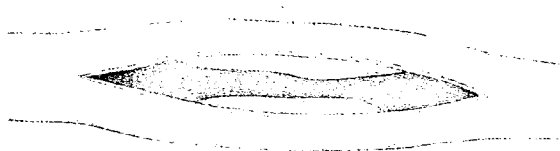


図22 切開が冠動脈の走行と平行にならなかった場合

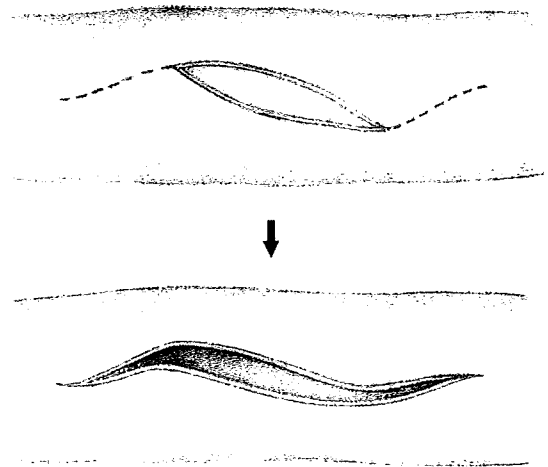
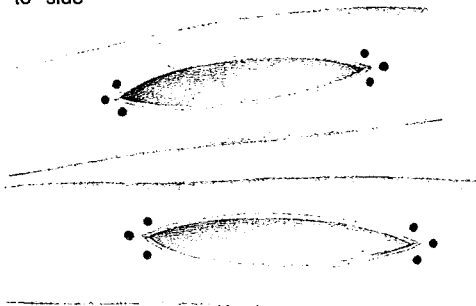
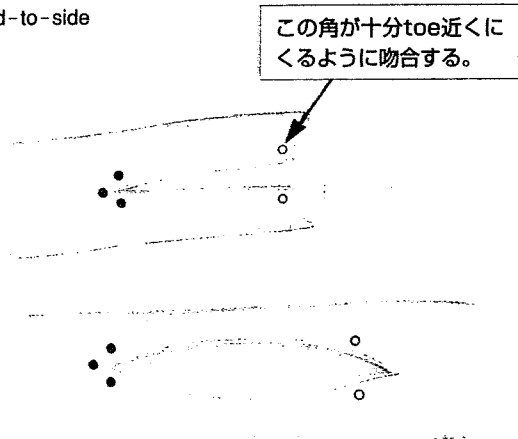


図23 吻合部の狭窄を回避するための方法

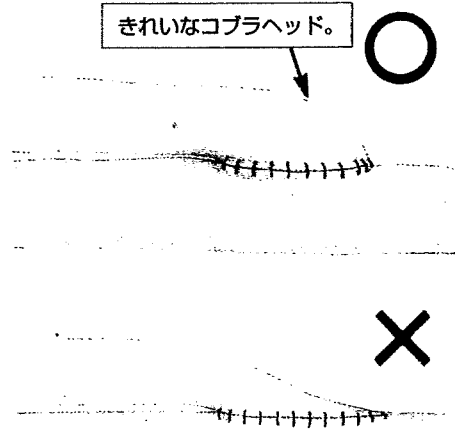
a: side-to-side



b: end-to-side



きれいなコブラヘッド。



●手術成績(off-pump CABGおよびon-pump CABGの短期・長期成績)

平成9年1月より平成19年12月までに当施設で施行した単独CABG 898例において、off-pump CABG(647例)およびon-pump CABG(251例)の成績を比較した結果を示す(表1)。

術前背景因子として、off-pump群では平均年齢、脳血管病変合併率、慢性腎不全合併率が有意に高かった。一方、on-pump群では緊急症例が多く、左室駆出率(left ventricular ejection fraction : LVEF)も低い症例が多かった。平均末梢側吻合枝数は、off-pump群でやや少ない傾向にあった。

Off-pump群において術中脳梗塞の発生はゼロであった。また同群において、術後48時間以上の長期挿管を要した症例や周術期に心筋逸脱酵素(CKMB)が100 IU/dL以上に上昇した症例の割合は有意に少なかった。手術死亡率には両群間に差を認めなかった。

術後遠隔期の成績を比較すると、経皮的冠動脈インターベンション(percutaneous coronary intervention : PCI)回避率(図24)、心事故回避率(図25)および心臓死回避率(図26)において両群間に差を認めなかった。

以上よりoff-pump CABGでは、on-pump CABGに比べて周術期合併症の発生を低く抑えることができ、同時にon-pump CABGと遜色ない長期成績を期待できる。

表1 off-pump CABGとon-pump CABGの術前背景因子・周術期成績の比較

| | Off-pump (n=647) | On-pump (n=251) | p value |
|--------------------------|------------------|-----------------|---------|
| 平均年齢 | 67.7±9.1 | 65.0±9.5 | 0.0001 |
| 糖尿病合併 | 45.4% | 42.2% | 0.3842 |
| 脳血管病変合併 | 57.4% | 46.8% | 0.0142 |
| 慢性腎不全合併 (Crea>1.5 mg/dL) | 15.2% | 7.0% | 0.0015 |
| 緊急症例 | 3.6% | 8.8% | 0.0013 |
| 術前平均LVEF (%) | 61.1±14.9 | 56.0±15.7 | 0.0001 |
| 平均末梢側吻合枝数 | 2.9±1.2 | 3.2±1.0 | 0.0045 |
| 術中脳梗塞 | 0% | 2% | 0.0003 |
| 術後腎不全 | 24.8% | 16.5% | 0.0147 |
| 術後長期挿管 | 3.0% | 10.9% | <0.0001 |
| 周術期心筋梗塞(CKMB>100 IU/dL) | 4.0% | 12.4% | <0.0001 |
| 平均ICU滞在日数 | 2.7±3.8 | 5.0±8.7 | <0.0001 |
| 手術死亡 | 0.3% | 1.2% | 0.1093 |

Crea:血清クレアチニン LVEF:左室駆出率

図24 PCI回避率

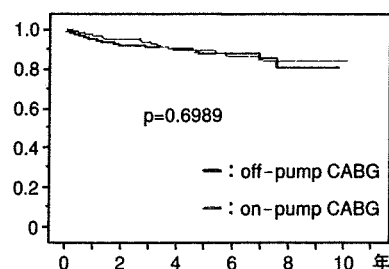


図25 心事故回避率

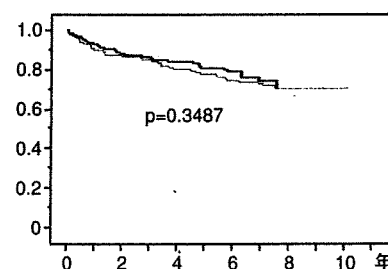
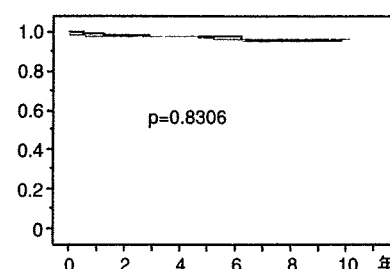


図26 心臓死回避率



●文献●

- 1) 夜久 均, 土井 潔: オフポンプ冠動脈バイパス術の長期予後. 外科 68(4): 374-381, 2006.
- 2) 夜久 均, 土井 潔: OFF-PUMP CABG. 日外会誌 107(6): 302-304, 2006.
- 3) 小坂真一: 冠動脈バイパス手術手技. 復刻版, 2007.
- 4) Buxton B, Frazier OH, Westaby S, ed: Standard grafting techniques. Ischemic Heart Disease-Surgical Management. Mosby, London, 1999.
- 5) Khonsari S, Sintek CF: Cardiac surgery: safeguards and pitfalls in operative technique. 3rd ed, Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

私の「左室形成手技」

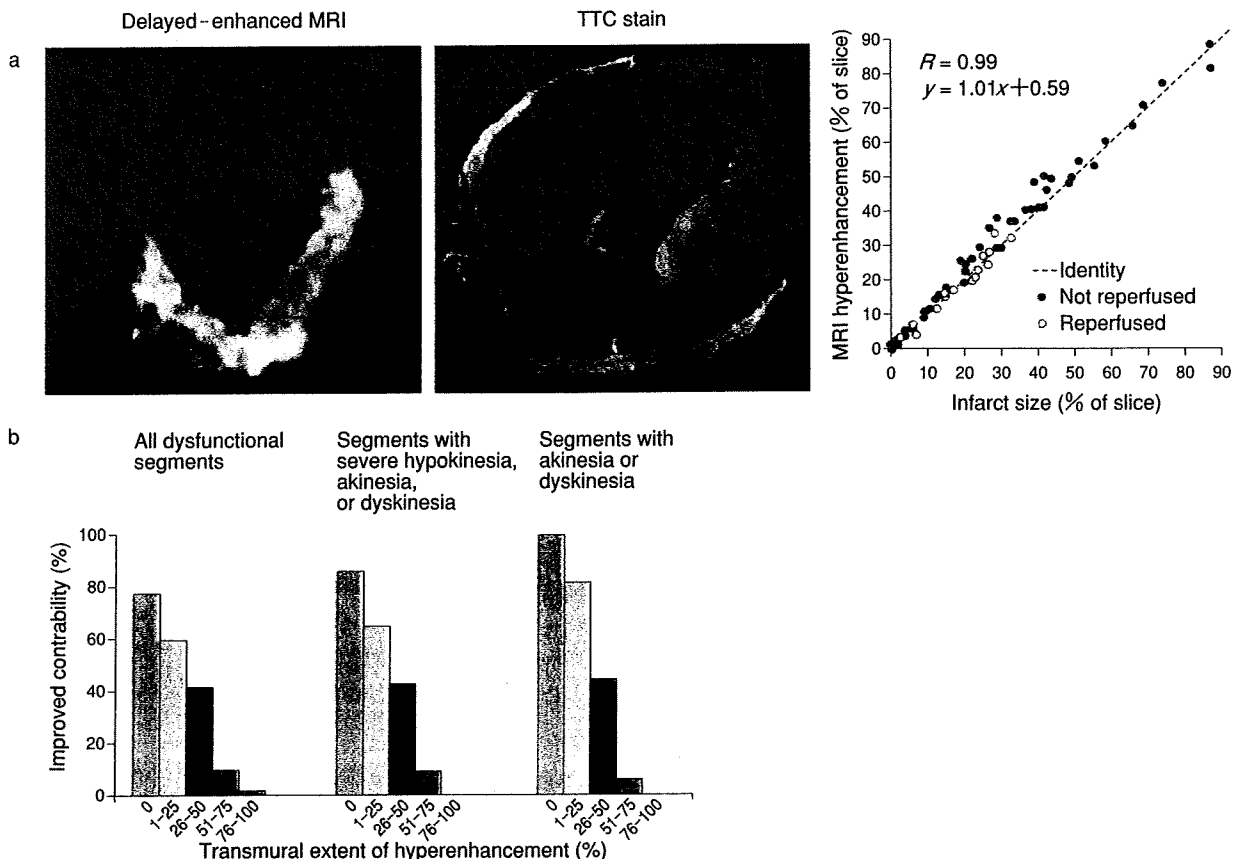
夜久 均, 土井 潔 京都府立医科大学大学院医学研究科心臓血管・呼吸器外科学

虚血性心筋症における左室形成術においては心筋のバイアビリティー評価が重要である。つまり冠血行再建を行って心筋の収縮性の回復が期待できる部分を残し、回復が期待できない部分のみを切除、あるいは除外するような形で心筋の容積を減少し、形を整える必要がある。そのために心筋が冠血行再建によって回復するかしないかを正確に見極める必要があり、それが左室形成の適応決定と除外範囲の決定に重要である。またそれを正確に行うことが手術成績の向上につながると考える。

われわれは心筋バイアビリティー評価をMRI造影剤Gd-DPTA(ガドリニウム)を用いた遅延造影MRIにて行っている。図1aに示すように遅延造影MRIによって示される高信号領域はTTC染色における組織学的壊死組織とおおよそ一致し、両者の面積は非常に高い直線相関を示すことが分かっている¹⁾。また高信号領域の壁内進展度がその壁厚の50%以下であればその部分の心筋は、冠血行再建によって回復する可能性があり、いわゆる冬眠心筋(hibernating myocardium)の可能性が高いが、50%以上の壁内進展の部分は血行再建後の収縮力の改善は見込めない²⁾(図1b)。したがって壁内進展度が50%以上の部分は安全に外科的に除外できる部分である。

このように遅延造影MRIにて術前に心筋バイアビリティーを評価することによって左室形成術の適応を決定し、また適応のある場合はそのMRIの所見に基づいて除外部位、範囲の決定を行い、左室形成を行わずに冠血行再建のみを行った症例も、左室形成と冠血行再建を行った症例も良好な成績を得てきた^{3, 4)}。

図1 心筋バイアビリティー評価



○新しい左室形成術

前壁中隔に対する左室形成はDor手術⁵⁾、SAVE手術⁶⁾、overlapping手術⁷⁾と、心筋切除ではなく梗塞部位の除外という概念です。すでに確立された観があるが、側壁の左室形成の場合は心筋を切除する左室部分切除、いわゆるBatista手術⁸⁾が行われることになる。しかしながらこの方法では、左回旋枝を同時に切除することになり、また出血の問題もあり、前壁中隔ほどは積極的にされていないのが現状ではなからうか。そこでわれわれは、左室側壁に対して冠血管系を犠牲にせずに梗塞部位を除外し、左室容量を減少する方法 (endocardial linear infarct exclusion technique : ELIET) を提唱した⁹⁾。

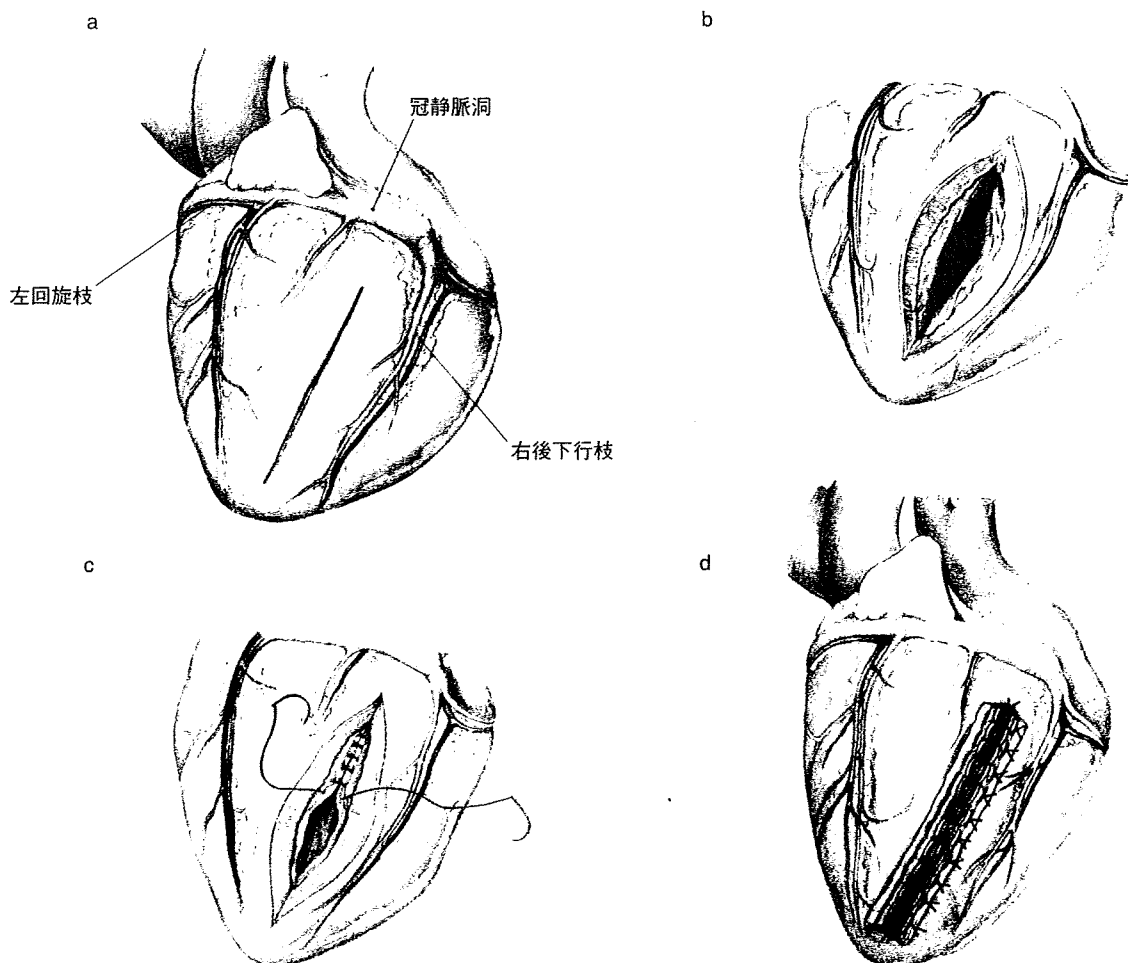
▶▶ Video 1



図2 (video 1) にその方法を示す。左室側壁の心筋梗塞に陥った部分を心尖部から心基部にかけて切開を加える。その際心表面にある左回旋枝の血管系を損傷しないように留意する。また心尖部から切開を加える意味は前、後乳頭筋を確認しやすくするためで、それら乳頭筋を切開線から外すことが必要である。側壁の左室形成では両乳頭筋間の心筋に切開を加えることになる (図2a)。

次に切開口から内腔を十分観察し (図2b)、心筋梗塞と健常部位の境界領域を心基部から心尖部に向かって内膜を合わせるように線状 (linear) に縫合していく (図2c)。縫合糸は4-0モノフィラメント糸のやや大きめの針を使い、心筋を大きく取るように連続で縫合する。この方法では両乳頭筋の基部が寄せられるので、側壁の心筋梗塞で後側方に変位した後乳頭筋を吊り上げる効果もあり、僧帽弁のいわゆる tethering は改善される。

図2 ELIET(endocardial linear infarct exclusion technique)



また残存左室容積の予測であるが、側壁の場合は心エコーでの左室拡張末期径 (left ventricular end-diastolic dimension : LVDd) で考えるのがより实际的である。例えば術前LVDdが70 mmで、それを術後50 mmを想定して径で20 mm縮小する場合を考えると、乳頭筋の付着部の位置で側壁を約60 mm除外すればいいことになる。切開線が除外する部位のほぼ中央であれば、切開線のedgeから約30 mmずつ離れた部位を縫合線としてとればよい。もし冠血管系を避けるために切開線が中央でなかったら、edgeから例えばそれぞれ40 mmと20 mmを縫合線としてとってよい。

切開した左室自由壁は2-0モノフィラメント糸の最大の針にて縫合する(図2d)。この層が最終的な止血縫合となるので、死腔を残さず、フェルト補強を行い2層の連続で縫合している。

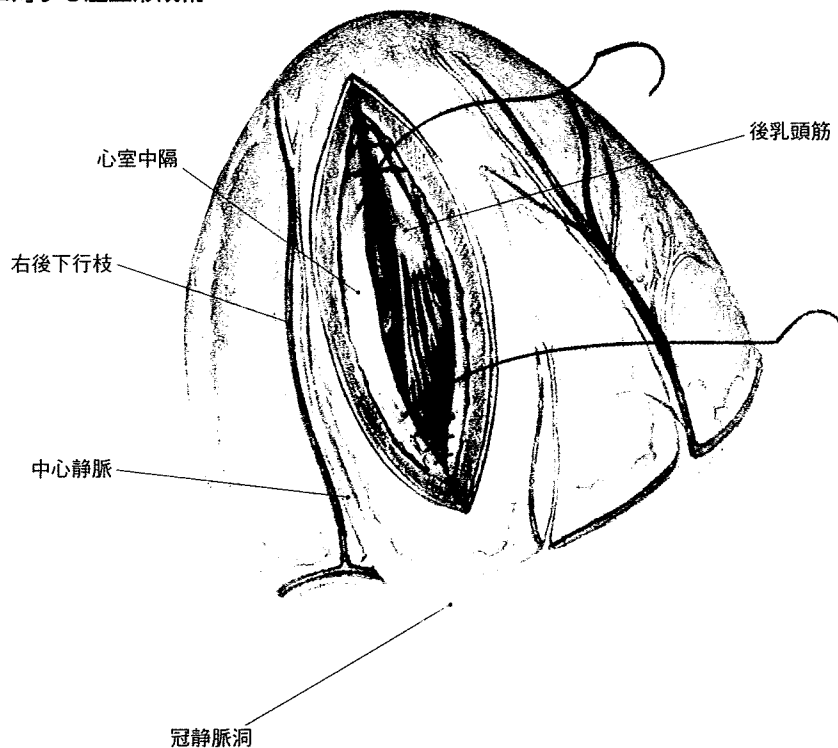
● 下壁に対する左室形成術 (図3)

下壁に対しても本術式は有用である。下壁の場合の切開線は後乳頭筋の付着部位と心室中隔の間に置くことになる。その際、右後下行枝とそれに伴走する静脈を損傷しないように留意する。また後乳頭筋を損傷しないことも必須であるが、そのためには側壁の場合と同様、切開を心尖部から加え、内腔から後乳頭筋の付着部を触診で確認しながら切開を心基部まで延長する。

側壁の場合と同様、梗塞部位と健常部の境界領域を線状に縫合するが、実際にはほとんどの症例で心室中隔にも梗塞が及んでおり、自由壁側の境界部を心室中隔に直接縫合していくことになる。その際4-0モノフィラメント糸のやや大きめの針で連続縫合している。

さらに切開線を2-0モノフィラメント糸の大きい針で閉鎖するのは側壁と同様である。

図3 下壁に対する左室形成術



● 前壁中隔梗塞への応用(図4)

前壁中隔の梗塞に対しても本術式は応用可能である。心室切開はDor手術やSAVE手術と同様に左前下行枝から数cm離して平行に心尖部から心基部まで切開する。内腔を観察し、梗塞部位と健常部位の境界部を同定する。心室中隔はほとんどの症例において梗塞に陥っているため、下壁に対する左室形成と同様に左室自由壁側の境界部を心室中隔にlinearに縫着することになる。心室中隔の梗塞範囲によって心室中隔上の縫合線の自由縁からの距離が変わってくる。他の部位と同様に4-0モノフィラメント糸のやや大きめの針を使用し、連続で縫合する。

▶▶ Video 2



最近の症例では前壁中隔梗塞に下壁梗塞も伴う場合が多く、その場合は前壁の切開線を心尖部を越えてさらに下壁にまで延長する(図5, (2) video 2)。下壁の心内縫合をまず行い、その後に前壁中隔の心内縫合を行う。このような症例では下壁、前壁中隔の心内縫合線が繋がる場所が新しい心尖部になるため、術後の左室形態がellipsoidになるように、個々の症例でその位置を慎重に決める必要がある。

図4 前壁中隔梗塞に対する左室形成術

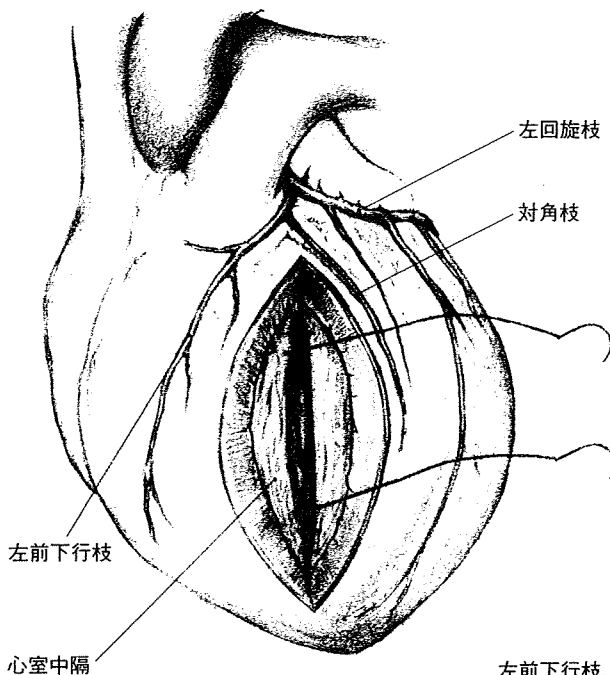
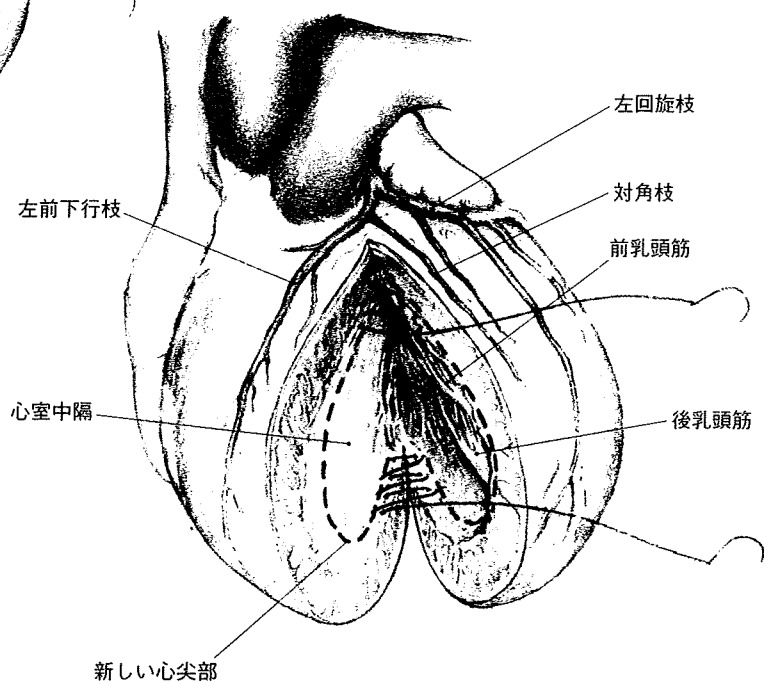


図5 前壁中隔梗塞に下壁梗塞も伴う場合の左室形成術



また前壁中隔に対する左室形成，特に上記のように下壁の左室形成を同時に行う場合の残存左室容積の決定は，実際にバルーン等を挿入して決定するほうが確実であろう。バルーンは市販のものがなく，われわれは手術用の手袋の指の部分に結紮切除して用いている。心内縫合が半分くらい終わった時点で患者の体格に合わせて80～100 mLのバルーンが完納できれば最低左室容量は確保できていると考えている。

前壁の切開線の縫合であるが，死腔を残さないようにするには中隔側は自由縁とともに心室中隔を利用して閉鎖する必要がある。その際に左前下行枝を巻き込まないように十分留意する。糸は他の部位の左室形成と同様に2-0モノフィラメント糸の最大の針を用いている。

●手術成績

このELIETで現在（2008年11月）までに16例の症例に左室形成を行った。平均年齢64.5歳，平均左室駆出率（left ventricular ejection fraction：LVEF）34%，平均NYHA 2.6度で，形成部位は前壁中隔6例，側壁4例，下壁2例，前壁中隔＋下壁4例であった。16例中14例に冠動脈バイパス術を行い，10例に僧帽弁形成術を必要とした。病院死亡は1例でリハビリテーション目的に転院後脳梗塞で失った。LVEFは6カ月後に平均47%と有意に増加し，2年間の心不全回避率は80%と良好な結果を得た。

このELIETの利点は，①冠血管系を温存できること，②出血を回避できること，③手術手技が複雑でないこと，④どの部位にも一様な手技で応用できることであり，虚血性心筋症に対する左室形成術の有効な術式の選択肢の一つと考えられる。

●文献一●

- 1) Kim RJ, Wu E, Rafael A, et al : Relationship of MRI delayed-enhanced contrast enhancement to irreversible injury, infarcted age, and contractile function. *Circulation* 100: 1992-2002, 1999.
- 2) Kim RJ, Wu E, Rafael A, et al : The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction. *N Engl J Med* 343: 1445-1453, 2000.
- 3) Ogawa M, Doi K, Yamada Y, et al : Surgical ventricular restoration based on evaluation of myocardial viability with delayed-enhanced magnetic resonance imaging. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 55: 149-157, 2007.
- 4) 小川 貢, 土井 潔, 夜久 均 : 心筋バイアビリティー評価, *CIRCULATION VISUAL BEST* シリーズ : 心臓血管外科テクニク Ⅲ冠動脈・心筋疾患編, 第1章 冠動脈・心筋疾患の病態と治療戦略, 2. 狭心症に対する冠動脈バイパス術, 監修 : 松居喜郎, 総監修 : 四津良平, メディカ出版, 2009, p47-59.
- 5) Dor V, Saav M, Coste P, et al : Left ventricular aneurysm: a new surgical approach. *Thorac Cardiovasc Surg* 37: 11-19, 1989.
- 6) Isomura T, Horii T, Suma H, et al : Septal anterior ventricular operation (pacopexy) for ischemic cardiomyopathy: treat form not disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 29S: S245-250, 2006.
- 7) Matsui Y, Fukada Y, Naito Y, et al : Integrated overlapping ventriculoplasty combined with papillary muscle placcation for severely dilated heart failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 127: 1221-1223, 2004.
- 8) Batista RJV, Verde J, Nery P, et al : Partial left ventriculotomy to treat end-stage heart disease. *Ann Thorac Surg* 64: 634-638, 1997.
- 9) Yaku H, Doi K, Okawa K, et al : Endocardial linear infarct exclusion technique for lateral wall: a new technique for ventricular restoration (Abst). *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 7 (suppl 3): S254, 2008.

私の「手術手技」

夜久 均, 土井 潔 京都府立医科大学大学院医学研究科心臓血管・呼吸器外科学

●虚血性僧帽弁閉鎖不全を弁輪縫縮術のみで制御することの限界

虚血性僧帽弁閉鎖不全に対して弁輪縫縮術は理にかなった方法であり、ほとんどの症例で僧帽弁閉鎖不全は制御できる。しかしながら経年変化をみた場合には、20~30%の割合で数年の経過で中等度以上の僧帽弁閉鎖不全が再発すると報告されている。

Braunら¹⁾は、術前左室拡張末期径(left ventricular end-diastolic dimension : LVDd)が65 mm以上、左室収縮末期径(left ventricular end-systolic diameter : LVDs)が50 mm以上の症例では、僧帽弁輪縫縮術でうまく僧帽弁閉鎖不全が制御できても、その後の再発率は高く生存率も低いことを示した。また同様にDe Bonisら²⁾は僧帽弁縫縮術で閉鎖不全が完全に制御できた症例のうち、reverse remodelingが起こらなかった症例では僧帽弁閉鎖不全が再発した。このことは僧帽弁閉鎖不全の再発は僧帽弁の問題ではなく心室そのもの問題であることを意味している。

またMatsunagaら³⁾は術前の心エコーにて後乳頭筋の後側方の変位が強い症例では再発を起こしやすく、またKuwaharaら⁴⁾は再発症例では後尖の弁輪からの角度が急峻になっていくことを示した。これらのことも術前の心室のremodelingの程度が高度で、さらにそれが進行する症例で再発が起こっていることを意味する。

このようなevidenceから虚血性僧帽弁閉鎖不全のなかには弁輪縫縮術のみでは再発を回避できない症例が存在することは事実であることがわかる。

●弁輪縫縮術以外の付加手術が必要な場合のパラメーターとそのcut off値

それでは術前のどんなパラメーターで僧帽弁輪縫縮術以外の付加手術の必要性を決めるのか。術前のパラメーターでcut off値を提唱している論文は表1のようになる。Calafioreら⁵⁾は僧帽弁のcoaptation depth > 10 mm, Magneら⁶⁾はposterior leaflet angle $\geq 45^\circ$ (4-chamber), Kongsarepongら⁷⁾は僧帽弁輪径 ≥ 3.7 cm (4-chamber), tethering area ≥ 1.6 cm² (long-axis), MR (mitral regurgitation) ≥ 3.5 度, Braunら¹⁾はLVDd > 65 mm, LVDs > 50 mmを提唱している。実際にはそれらを参考にして、総合的に判断せざるをえないであろう。

表1 付加手術のパラメーターとcut off値

| 研究者 | パラメーター | cut off値 |
|---------------------|--|----------|
| Calafiore, et al | Coaptation depth > 10 mm | 5 |
| Magne, et al | Posterior leaflet angle $\geq 45^\circ$ (4-chamber) | 6 |
| Kongsarepong, et al | Mitral annulus ≥ 3.7 cm (4-chamber) Tethering area ≥ 1.6 cm ² (long-axis) MR ≥ 3.5 度 | 7 |
| Braun, et al | LVDd > 65 mm LVDs > 50 mm | 1 |

虚血性僧帽弁閉鎖不全に対する手術の基本は僧帽弁輪縫縮術である。変性疾患に対するリングのサイズに比し2サイズ小さいリングを選んで縫着する。この方法で弁尖に器質的な病変がない限り、ほとんどの症例で逆流は消失してしまう。しかしながら弁輪縫縮術は虚血性僧帽弁閉鎖不全のメカニズムを取り除く手術ではないため、上述したようにそれだけでは一定の割合で再発が生じてくる。したがってその可能性の高い症例にはある程度メカニズムを解消する手技を付け加えることが必要で、それが付加手術ということになる。

それを加える部位によって付加手術は次のように大きく3つに分けられる。①弁尖レベル、②腱索レベル、③乳頭筋レベルである。

1 弁尖レベル

虚血性僧帽弁閉鎖不全では後乳頭筋が後側方変位するため、弁尖が腱索によって左室内に引き込まれ両尖の接合が悪くなっている。その解消を弁尖レベルで行う方法として弁尖のオーグメンテーションがなされる。後尖⁸⁾、前尖⁹⁾ともオーグメンテーションが可能である。

2 腱索レベル

弁尖を左室内に引き込んでいる腱索を切離し(chordal cutting)、弁尖の膨らみを回復させようとする術式である¹⁰⁾。実際には前尖がbasal chordaeによって強く引っ張られているときにこの方法がとられる。Borgerら¹¹⁾はこの手術の2年間の成績を報告しているが、リングのみの症例に比し、生存率には差がなかったが、心不全回避率はchordal cuttingを付加したほうが高かった。またこの方法では、basal chordaeを切離することによって、心機能低下の懸念がある。Masuyamaら¹²⁾は、chordal cuttingに加えて人工腱索を再建し心機能の低下を予防している。

3 乳頭筋レベル

Hvassら¹³⁾は前後乳頭筋の根部をGore-Tex tubeにて寄せ、後乳頭筋の再リモデングを防止する方法を発表した。またMatsuiら¹⁴⁾は前後乳頭筋を根部から先端まで縫合している。

一方Kronら¹⁵⁾は後乳頭筋に糸をかけ、それを後尖弁輪に結紮することによって後乳頭筋を弁輪方向に吊り上げた(relocation)。彼らはこの方法での20例の臨床成績を報告し、僧帽弁の逆流は制御され良好な結果であった。