

綜 説

心 臓 外 科 の 問 題 点

志 田 寛

信州大学医学部 第二外科教室

PROBLEMS OF HEART SURGERY

Hiroshi SHIDA

Department of Surgery, Faculty of Medicine,
Shinshu University

Key word: 心 臓 外 科 (heart surgery)

近年心臓外科の進歩は目ざましく、遂に心臓移植の臨床例も報告されるに致った。しかしながら未だ未解決の問題も多く、特定の疾患以外はその遠隔成績も一定していない現況である。今回は心臓外科の問題点として、乳幼児開心術、肺高血圧症を伴った心室中隔欠損症、ファロー四徴症、心内膜床欠損症、虚血性心疾患、人工弁置換術、人工心臓、心臓移植等を取りあげてみたい。

I 乳幼児開心術

近年先天性心疾患に対する開心術の成績は著しく向上し、適応を選択し、適切な手術を行えば、ほぼ90%以上が治癒する可能性のあることが明らかとなった(1)。しかしながら先天性心疾患の約半数は生後1年以内に死亡するものであり、この重症例を救命するため乳幼児期に手術を行なう必要があるが従来この時期の手術は非常に困難であり、且つその成績も全く不良であった。近年乳幼児外科に対する超低体温、小型人工心臓の開発、術前後の適切な管理、麻酔手技の進歩とともに、この時期における開心術の成績も漸次向上しつつある(2)。生後間もなく死亡するものの中には重症複雑心奇型が多く、手術手技上全く困難なものもあるが、2才未満の症例中第1に開心術の対象となるものは心室中隔欠損症である。Morgan(3)は本症の予後不良なることを示し、開心根治手術は乳児期が理想的であることを示唆した。次いでKirklin(4)が重症例に対して生後6カ月以上のものは積極的に開心根治手術を行なうべきことを提唱した。本邦においては堀内(5)は早くからこの方面に着目し、乳幼児開心術の不成績の原因は、

手術侵襲そのものよりは体外循環使用による体内血液の不均衡によるものとし、単純超低体温法のこの方面への応用に一新分野を開拓し、肺高血圧症を伴った心室中隔欠損症に対しては、乳児早期に積極的に開心根治手術を行なうことを強調している。一方和田(6)は乳幼児期における肺高血圧症を伴った心室中隔欠損症に対しては、まず、肺動脈絞扼術を行なって肺動脈圧の下降をはかり、その後開心根治手術を行なって好成績を得ている。将来小型人工心臓の開発により乳幼児開心術も長年児のそれと同様、安全に施行することが出来るようになるであろうがそれまでは単純超低体温法はこの方面における最もすぐれた方法であろうと考えられる。

II 肺高血圧症を伴った心室中隔欠損症

心室中隔欠損症は肺動脈圧の正常な症例では、根治手術は比較的容易であり、現在その危険率は少ないが、半面、肺高血圧症を伴った症例は極めて難治な疾患である。ことに年長者で、すでにEisenmenger症候群に進展したものでは、現在のところ治療の可能性は全くなく、ただ将来肺移植に期待する以外には方法がない現状である。従ってこのような重篤な肺高血圧症に進展する以前、とくに乳幼児期に根治手術を行なうのが最良である。

心室中隔欠損症の手術成績を左右する肺高血圧症の程度についてみると、正常圧群では死亡率は1%以下であり、ほぼ0に近づきつつあるが、肺/体収縮圧比0.4~0.75の中等度肺高血圧症群ではまだかなりの死亡率が認められ、肺/体収縮圧比0.75以上のものではKirklin 17%(7)、堀内33%(8)と

死亡率はかなりの高率である。Kirklin (9) は更に肺/体血管低抗比で手術成績を比較し、0.75以下の群は死亡率14%と比較的良好であるのに反し、0.75以上の群は54%と著しく不良であると述べている。肺血管床のすでに荒廃したこれら症例をどの時点で救命出来るか、これが今日最も重要な問題点の一つであろう。Eisenmenger 症候群が、乳幼児にはなく、年長児になるにつれて多発してくる事実は、本症治療の可能性に重大な示唆を与えるものである。即ちこれらの症候をもし乳幼児期に根治したならば、あるいは救命出来るのではないかと考えられる。

III ファロー四徴症

ファロー四徴症の根治手術の成績は従来極めて不良であったが、近年体外循環手技の進歩、手術手技の向上により根治手術の成績は急速に改善されつつあるが、なお奇型高度なもの、年令の小さいものに対しては根治手術の成績は不良で、短絡手術に劣っている。従って奇型高度な症例に対する手術々式の適応、根治手術に対する年令的適応等尚問題点が多い。

奇型度と手術成績との関係についてみると、一般に最近では心室中隔欠損が室上稜の下にあり、漏斗腔が割合に広く、肺動脈幹が比較的太く、肺動脈/大動脈比が0.5以上のものの根治手術の成績は良好で、ほぼ安定しているが、1)肺動脈幹が細く、漏斗腔の狭いもの、2)心室中隔欠損に関しては、室上稜の上、即ち肺動脈弁直下にあるもの、3)ファロー極型として pulmonary atresia 等の症例に対する根治手術の成績は不良で、また別な観点より論ぜられるべきである。

手術手技に関し、右室流出路狭窄除去が手術成績向上のための重要なポイントをなしており、右室流出路狭窄除去を徹底的に行なうため、右室流出路パッチを使用する考えと(10)、右室流出路の狭窄を充分に除切するのみにて、流出路パッチによる拡大形成術を行なわない考えとがあり(11)、今後なお検討されるべき点であろう。

短絡手術か、あるいは根治手術かに関する年令的適応についてみると、根治手術はチアノーゼの軽度乃至中等度の症例では6~10才頃が望ましく、チアノーゼの強い2才以下の幼児に対しては短絡手術を行なうべきであり、また既往に短絡手術をうけた症例は5~6年経過してから根治手術を行なう方針が一般に認められているが(12)、最近岡村等(13)が2~3才の幼児に対し、単純超低体温下に積極的に根

根治手術を行ない、好成績をあげており注目すべき点であろう。その他、術後の low output syndrome、術後の出血傾向等術後早期死亡と直接関係する問題点も多く、手術成績向上のためになお一層の努力がなされるべきである。

IV 心内膜床欠損症

根治可能な心奇型のうち最も複雑な型と考えられるものの一つに心内膜床欠損症(ECD)がある。ECDの特徴は低位心房中隔欠損(一次孔欠損)と房室弁変形である。近年その病理解剖、診断、手術手技等が進歩し、手術成績もようやく向上しつつある。ECDの手術方針は従来、一次孔欠損を閉鎖し、僧帽弁亀裂を縫合することであったが(14)、榊原(15)はその遠隔成績を検討し、僧帽弁亀裂を縫合しなかった症例において明らかに遠隔成績が良好であることより、房室弁の亀裂を放置することは不完全な手術のように思われるが、遠隔成績からみると、手術死を著明に減少させ、また生存例では臨床症状の改善を認め、その手術死亡率は20%であると報告した。従って軽症乃至中等症のECDの手術は一次孔をパッチにて縫合閉鎖して左右短絡をなくし、右室負荷を除去し、二次的に僧帽弁閉鎖不全、三尖弁閉鎖不全を減少させることを目的とし、また閉鎖不全を軽減せしめる意味において弁輪縮小術を加えてもよい。一方重症 ECD で房室弁閉鎖不全が強度の場合には、弁輪縮小術のみでは効果はうすく、人工弁置換術の適応があると考えられる。

V 虚血性心疾患

最近の心臓外科の長足な進歩に比し、後天性心疾患中極めて重要な地位を占める冠動脈硬化症あるいは冠循環不全、即ち虚血性心疾患に対する外科的治療は、絶えまない努力にも拘わらず、未だその根治手術々式も確立されていない現状である。

まず本疾患に対する外科的治療法を歴史的にみると、1899年 Frank は狭心症の疼痛除去に頸部交感神経節遮断の有効性を提唱し、1916年 Jonnesco によってはじめて臨床的に応用された。以後多数の術式が発表されたが、いずれも本質的に冠血行改善をもたらすには至らなかった。1935年 Beck は心筋の副血行路作製の目的で、心筋外膜除去と胸筋移植心筋縫着術を施行し、ひきつづき各種の組織による心筋縫着術が多数の研究者によって試みられたが現在その大半は施行されていない。その後冠状静脈洞の結紮、さらに冠状静脈洞脈化手術が施行され(16)、

一方1946年 Vineberg は内胸動脈心筋内移植術を報告(17), 1957年 Bailey (18)は冠動脈血栓内膜摘除術の臨床例を報告し、虚血性心疾患の外科的治療にもようやく光明が見出された。これら外科的治療法に対し、客観的評価を下す方法として、1962年 Sones(19)は選択的冠動脈造影法を報告し、虚血性心疾患の外科的發展に多大の貢献を果たした。

現在までに行なわれてきた外科的療法を大別してみると、I、心膜内癒着作成術、II、冠静脈洞結紮術または冠静脈系の動脈化、III、間接的血行再建術、(1)近接臓器または組織による心筋表面との癒着、(2)自家動脈心筋内移植術、IV、直接的冠動脈再建術等であるが、現段階においてほぼ満足すべき手術法としては自家動脈心筋内移植術のうち、Vinebergの内胸動脈心筋内移植術と、冠動脈再建術の二つをあげることが出来る。

IV 人工弁置換手術

弁膜症治療に対する人工弁置換術は第17回日本医学会総会における和田の集計によれば、本邦においても1967年1月までに700例を越えると報告され、使用弁も最も代表的な Starr-Edwards ボール弁のほか、Smeloff-Cutter ボール弁、Kay-Shiley 楕円弁、和田弁、SAM弁或は同種弁移植の試みもなされている。しかしながら未だ観察期間も短く、種々検討さるべき問題点も多い。

A ボール弁

Harken 弁、Starr 弁、Smeloff 弁等があるがいずれも caged ball valve で、rigid base ring を有するため、弁口狭小を来すことはある程度まぬがれない。これを房室弁として使用した場合、人工弁の心室内占有量が大きく、従って有効拍出量の低下、心室内の流出路障害、血栓形成等を来す可能性も考えられる。また大きなボールが血流の中心に存在しているため、血流速度の大きな大動脈領域に使用した場合、中心流の障害が大きく、また弁輪があまり拡大しない症例に使用した場合には側流障害を来すこともある。以上の如く種々の欠点を有しているが、ボール弁の最もよい点はその耐久性にある。しかし最近はこのシリコンラバーボールの膨化、分裂、変色等の変化が指摘されており、これ等の点をおぎなうため合金ボールが使用され、さらに金属部分を人工皮膚でカバーした endothelialised type としているが、これによっても塞栓症を完全には除外出来ない現状である。

B ディスク弁

ボールを扁平化し、ディスクとすることにより人工弁の体積を減少させ、心室内占有量を小さくする意図により開発されたものであり、Hufnagel 弁、Kay-Shiley 弁等がある。この弁の特徴は心室内占有量が小さく、弁口面積が大きい、反面中心流障害の程度が著明であり、またボール弁と異なり同じ所が摩擦する傾向にあり、耐久性の面にもやや難点がある。従ってこれを房室弁として使用した場合、心室内占有量が小さく、その価値は充分認められるが、中心流障害による左房内血液停滞を来し、左房内血栓形成とそれによる弁口狭小化も考えられる。また血流速度の大きいところでは、赤血球破壊、乱流による血栓形成促進等の面より大動脈領域での使用には不適當であり、ボール弁同様ディスク弁にも再検討の時期が来ていると考えられる。

C セルフリテイニング弁

(Self-retaining 弁)

ボール弁およびディスク弁ではいずれも金属性 cage により弁可動部の脱出を防いでいるが、self-retaining 弁は丁度ディスクに固定関節脚を付着させることにより、同じ目的をはたす構造に作られている。Hammersmith 弁、Alvarez 弁、Bernard 弁、SAM弁等がある。斜めに開放するもの以外の上下運動を行なうものは、血行動態的にみてディスク弁と全く同様であり、房室弁においてその存在価値があると考えられるが、ディスク弁同様の欠点とは否定出来ない。ただ金属 cage を取り除いた点、ディスク弁よりは一歩進んだものと考えられる。

D その他の人工弁

Wada hingless 弁

和田により開発された弁で、一弁の欠点である蝶番をはずす目的で作られたもので、円周の $\frac{1}{3}$ の部の2カ所にそれぞれ相対する切れ込みを作り、弁板の開口角度が80度前後になるように噛み合せ、この部で弁が rocking するように作られてある。この弁は中心流の障害が少なく、心室内占有量も小さく、乱流による血栓形成が少なく、また水力学的にも極めて優れていると考えられる(20)(21)。

E 同種弁、異種弁

血行力学的にみて最も理想的な代用弁は自然弁であることはいままでもない。人工弁の研究と平行し、Lam (22)により1950年代より実験的研究がなされ、1960年代になり Ross (23)により同種大動脈弁移植が多数経験され、次第にその遠隔成績が明らかになり、殊に塞栓症に対する懸念の少ない点が注目

されていたが、人工弁移植の成績にかくれ広く普及するに至らなかった。ことに自然弁の場合、免疫学的な未解決点や、移植の煩雑さ、さらには自然弁の耐久性に対して一抹の不安があり、また自由なサイズの選択に関連して、供給、保存の困難性等が一般化されない大きな問題点となっていた。しかしその後人工弁による種々の問題点がクローズアップされるにしたがい、再び自然弁による弁置換術が脚光を浴びるようになった。また同種弁の欠点であるサイズや供給面での困難性を解消する意味で、異種弁（牛、豚）による弁置換例も2～3報告されているが、同種弁に比べ耐久性の面で劣るといわれ、免疫学的な面をも含めて今後に残された研究課題であろう。

Ⅶ. 人工心臓

人工心臓とは、心臓の機能を人工的に補助または完全に代行するポンプである。近年心臓外科の発達は著しいものがあるが、重症複雑心奇型、広範囲に侵された心筋障害、あるいは末期的な心不全等未だ救命出来ぬ心疾患も多い。これら絶望的な病的な心臓の機能を半永久的に作動する人工ポンプで置換しようとするのが人工心臓の目的である。

人工心臓の研究は1958年頃よりアメリカのKolff等により始められ、その後多数の研究者により各種の装置が考案された。本邦においても1959年頃より瀧美(24)により人工心臓の研究が始められ種々の研究が発表されている。しかしながら人工心臓の研究には医学のみならず、電子工学、機械工学、材料力学、高分子化学等の理工学部間の知見や技術が導入される必要があり、その意味において人工心臓の研究は総合科学であり、またそれだけに解決さるべき多くの問題点が残されている。即ち血栓形成のない材質の問題、能率がよく寿命の長いエネルギー源の問題、血液ポンプを駆動するためのエネルギー変換の問題、エネルギー源へのエネルギー補給伝達の問題、人工心臓の駆動方法の問題、自動制御の問題、生体との結合方法の問題等である。

10年前までは人工心臓の臨床的応用は、全く夢としか考えられなかったが、アメリカではDe Bakey, Kantrowitz等によりすでに臨床例が報告されており、最近ではようやく現実の問題となりつつある。

Ⅷ 心臓移植

1967年12月3日、南ア連邦のBernardにより、一連の同種心臓移植の臨床例がはじめて試みられ、現在一例が生存しており、以後期を一にする如く、

アメリカおよびイギリスにおいても次々と臨床例が報告された。本邦においても1968年8月8日和田により本邦最初の臨床例が報告されたことは衆知のことである。心臓移植はその実施に際し、未だ未解決な社会道徳上の問題点も多く、また臨床的にみて一例一例が貴重な体験であり、新事実の発見である。

心臓移植の研究はすでに今世紀はじめ Carrel によりはじめられ、その後 Mann は頸部異所性心臓移植の実験を報告した。その後血流遮断の方法が進歩するにつれて同所性心臓移植が可能になり、1953年 Neptune は犬を用い低体温下で同所性同種心肺合併移植を試みた(25)。その後多くの実験が試みられ、血流遮断の手段として、人工心肺を用いる Lower & Shumway (26), Blumenstock (27), 超低体温法を用いる近藤, Kantrowitz (28) 等が代表的なものであるが、それを基礎として臨床例も次々と報告されている。

同所性心臓移植の術式は人工心肺あるいは超低体温法を用いて recipient の心血流を遮断して心臓を剔出し、donor の心臓をただちにあるいは種々の保存操作の後、recipient に移植するものであり、大別して3つの方法がある。

A) Goldberg, Bermann & Akman 法 (29)

上・下大静脈、肺動脈、左心房で剔出、吻合する方法で、移植心の sinus node が損傷をうける心配がないが、吻合部が多く操作に時間を要する。

B) Webb, Howard & Neely 法 (30)

上・下大静脈、肺動脈、大動脈、肺静脈、即ち心臓に連なるすべての血管を切離して心臓を剔出し、吻合する方法で吻合部分が多いのが欠点である。

C) Lower & Shumway 法 (26)

現在最も広く用いられている方法で、同所性心臓移植術式の主流をなしている。即ち肺動脈、大動脈、両心房壁、心房中隔を切離して心臓を剔出し、右心房壁、心房中隔、左心房壁、大動脈、肺動脈を縫合する方法である。

以上手術手技上の点について述べたが実施に際しては出血、low output、肺水腫、呼吸不全、腎不全、脳障害等種々の困難な合併症を伴うことが多い。

心臓移植の場合、一応生着した移植心は免疫反応によって拒否されるが、拒否反応発現時期は大体15日であると考えられている。免疫抑制法としては代謝拮抗剤として6メルカプトプリン(6MP)、イムラン(IMR)、メゾトレキセート(MTX)等が主として使用され、副腎皮質ホルモンも併用さ

れる。また抗リンパ球血清も効果があると考えられる。

心臓移植も臨床例が次々と報告されるようになり、移植心の保存の問題が重要な課題となった。回復不能の脳障害を死亡と認定する法律を作る以外に移植心を生体より剔出することが出来ないの、移植心は専ら屍体心を用いていることになる。Cleveland 等 (8) の研究によれば、屍体より30分以内に剔出し、5℃に冷却し、1時間後蘇生して強い心搏動が得られたと報告しており、死後30分以内ならばヘパリンを用いていない場合でも、充分移植に利用出来るものと考えられるが、今後一層検討されなければならない問題である。

文 献

- 1) 堀内藤吾：われわれの開心術遠隔成績，外科，30：957-960，1968
- 2) 榊原 仟：乳幼児の先天性心疾患の外科，臨外，19：1020-1027，1964
- 3) Morgan, B.C. : Ventricular septal defect, 1. Congestive heart failure in infancy, *Pediatrics*, 25 : 54-62, 1960
- 4) Kirklin, J. W. : Current concepts in pediatric cardiovascular surgery, *Pediatrics*, 33 : 995-996, 1964
- 5) 堀内藤吾：低体温法による乳幼児心室中隔欠損症の開心根治手術，臨外，22：521-526，1967
- 6) 和田寿郎：先天性心疾患外科治療の遠隔成績，胸外，19：85-96，1966
- 7) Kirklin, J. W. : Results of repair of ventricular septal defect, *J. thorac. cardiovasc. Surg.*, 52 : 486-501, 1966
- 8) 堀内藤吾：肺高血圧を伴った心室中隔欠損症の開心術遠隔成績，外科，30：1181-1184，1968
- 9) Kirklin, J. W. : Indications for repair of ventricular septal defects, *Amer. J. Cardiol.*, 12 : 75-79, 1963
- 10) 浅野献一：Fallot 四徴症根治手術，外科，29：442-447，1967
- 11) 新津勝宏：ファロー四徴症の根治手術，胸外，19：38-45，1966
- 12) Hallman, G. L. : Surgical treatment of tetralogy of Fallot, *J. thorac. cardiovasc. Surg.*, 46 : 419-435, 1963
- 13) 岡村 宏：心臓外科に対する単純超低体温法の実施法とその理論，日胸外科会誌，16：696-698，1966
- 15) 榊原 仟：心内膜床欠損症の手術と遠隔成績，臨外，23：77-83，1968
- 16) 榊原 仟：虚血性心疾患の外科的治療，胸外，20：296-302，1967
- 17) Vineberg, A. M. : Development of anastomosis between coronary vessels and transplanted internal mammary artery, *Canad. Med. Ass. J.*, 55 : 117-119, 1946
- 18) Bailey, C. : Survival after coronary endarterectomy in man, *J. Amer. med. Ass.*, 164 : 641-646, 1957
- 19) Sones, F. M., JR. : Cine coronary arteriography, *Mod. Cone. cardiov. Dis.*, 31 : 735-738, 1962
- 20) Brewer III, L. A. : Prosthetic heart valves, Charles C. Thomas. Publisher, Springfield, 1969
- 21) 新井達太：人工弁一各種人工弁ならびにSAMの臨床，臨外，23：585-590，1968
- 22) Lam, C. : An experimental study of aortic valve homografts, *Surg. Gynec. Obstet.*, 94 : 129-135, 1952
- 23) Ross, D. : Homotransplantation of the aortic valve in the subcoronary position, *J. thorac. cardiovasc. Surg.*, 47 : 713-719, 1964
- 24) 渥美和彦：人工臓器の現況，日本機械学会誌，72：137-147，1969
- 25) 上井 巖：心臓移植，臨外，23：965-969，1968
- 26) Lower, R. R. : Homovital transplantation of the heart, *J. thorac. cardiovasc. Surg.*, 41 : 196-204, 1961
- 27) Blumenstock, D. A. : Prolonged survival of orthotopic homotransplants of the heart in animals treated with Methotrexate, *J. thorac. cardiovasc. Surg.*, 46 : 616-628, 1963
- 28) Kondo, Y. : Heart homotransplantation in puppies, *Circulation*, 31 : suppl. 1 : 181-187, 1965
- 29) Goldberg, M. : Homologous transplantation of the canine heart, *J. int. Coll. Surg.*, 30

: 575-586, 1958

- 30) Webb, W. R. : Practical methods of homologous cardiac transplantation, J. thorac. cardiovasc. Surg., 37 : 361-366, 1959
- 31) Cleveland, R. J. : Transplantation of canine cadaver heart after short-term preservation, Transplantation, 5 : 904-908, 1967

(1971. 8. 27 受稿)