

# 序章

## 人工心肺と安全管理

### I. 心臓血管外科手術と人工心肺

心臓血管外科の発展と人工心肺の開発・改良は表裏一体となって進められてきた。この項では人工心肺を必要とする心臓血管外科疾患の概要について述べる。

#### 1 心臓血管外科手術の対象疾患と目的

心臓血管外科手術の主な対象疾患は、①虚血性心疾患、②心臓弁膜症、③先天性心疾患、④大動脈疾患、⑤末梢血管疾患、⑥静脈疾患（静脈血栓症、肺塞栓症を含む）などである。他に、心臓移植や補助循環の対象となる心不全、血液透析用シャント造設、血管吻合を伴う他科手術なども対象となっている（表1）。

心臓血管外科手術の目的は、心臓血管系の形態異常に伴って発生してくる循環機能の障害に対して、手術治療により形態の異常を修復し、機能障害を

表1 心臓血管外科の主な対象疾患

- |                               |
|-------------------------------|
| ①虚血性心疾患（狭心症や心筋梗塞など）           |
| ②心臓弁膜症                        |
| ③先天性心疾患（生まれつきの心臓病）            |
| ④大動脈疾患（胸部大動脈瘤や大動脈解離、腹部大動脈瘤など） |
| ⑤末梢血管疾患（下肢動脈閉塞症、動脈塞栓症など）      |
| ⑥静脈疾患（下肢静脈瘤、静脈血栓症、肺塞栓症など）     |
| ⑦心臓移植や補助循環が必要な心不全             |

取り除いて、健康を回復することにある。形態を修復する手術治療では、心拍動の停止、あるいは血流（血行）の遮断が必要になることが多い。しかし、安全に心拍動や循環を停止させることは容易ではなく、これは長年の臨床医の夢であった。この夢を実現させるために、心臓と肺の機能を代行する目的で開発されたのが人工心肺装置である。

## 2 心臓血管外科手術の内容

### a) 虚血性心疾患

心臓への血流は冠動脈（冠動脈）によって供給されている。この冠動脈の狭窄・閉塞により、心臓の筋肉（心筋）への血流不足・血行障害が生じた状態が虚血性心疾患である。心筋の虚血により心筋壊死が生じた場合を心筋梗塞とよび、心筋梗塞に至る前の状態が狭心症である。

虚血性心疾患に対する治療は、大きく薬物治療、カテーテル治療、手術治療の3つに分けられる。カテーテル治療は、冠動脈の狭窄や閉塞部をバルーンやステントで拡張し、血流を改善する方法である。手術治療は、冠動脈の狭窄部や閉塞部の先にバイパス血管をつなぐ方法である〔冠動脈バイパス手術 coronary artery bypass grafting (CABG) とよばれる〕。

胸骨の裏にある内胸動脈を剥離して、多くの場合は有茎で（切り離さないで）、狭窄・閉塞部の先の心臓表面に露出された冠動脈に吻合する。バイパス血管には、両側の内胸動脈の他、腹部の胃大網動脈、前腕の橈骨動脈、下腿の大伏在静脈などが使用される。

冠動脈バイパス手術は、人工心肺を使用するオンポンプ on-pump バイパス手術と、人工心肺を使用しないオフポンプ off-pump バイパス手術とに分けられる。以前は、ほとんどすべての CABG に人工心肺装置を使用し、心停止下に吻合していた（オンポンプバイパス手術）。しかし、心臓表面の手術野を固定するスタビライザーの開発と、麻酔を含む心拍動下手術に対する知識と技術の蓄積・向上により、かなりの症例で拍動下の手術が可能となり、現在わが国では平均 6～7 割の CABG 症例がオフポンプ off-pump バイパス手術である。事情は国によって異なり、米国では現在でもオンポンプ on-pump

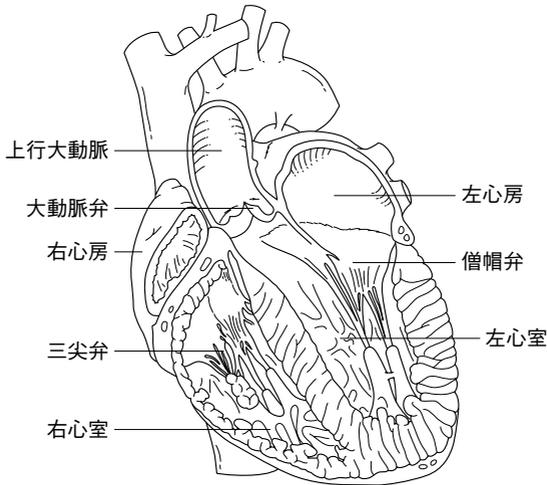


図1 心臓の構造と弁膜

バイパス手術が多数を占めている。虚血性心疾患患者は、動脈硬化性変化が全身に及んでいることが多く、人工心肺使用による脳梗塞などの発生が懸念される例には、オフポンプバイパス手術が適している。

虚血性心疾患では、心筋梗塞合併症を併発していることも多く、例えば心室中隔穿孔、乳頭筋断裂による急性の僧帽弁閉鎖不全症、左心室瘤、心筋壊死による心室破裂（心タンポナーデ）などでは人工心肺装置が必要になることが多い。

### b) 心臓弁膜症

心臓には4つの弁膜がある。大動脈弁、僧帽弁、三尖弁、肺動脈弁である(図1)。それぞれの弁に、狭窄と閉鎖不全(逆流)の異常が起こりうる。狭窄と逆流が同時に存在する狭窄兼閉鎖不全という状態もよく起こる。同時に2つ、あるいは3つの弁膜を修復する場合もある。

手術治療は、人工心肺使用下に直接に弁膜の状態を見て、形態を修復するか(弁形成術)、人工弁で置き換えるか(人工弁置換術)のいずれかの方法をとる。弁形成術が可能なのは僧帽弁閉鎖不全症および三尖弁閉鎖不全症のか

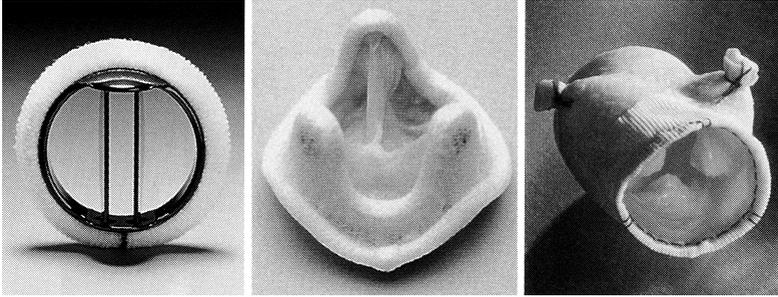


図2 人工弁の種類

左：機械弁（St. Jude Medical 弁）

中：従来の生体弁

右：ステントレス生体弁（Medtronic Free Style 弁）

なりの例と、大動脈弁閉鎖不全症の一部である。その他の例では、人工弁置換術が実施されることが多い。

人工弁には血栓のできにくい生体弁と、耐久性に優れた機械弁とがある（図2）。患者の状況に合わせて生体弁あるいは機械弁が選択される。

### c) 先天性心疾患<sup>1)</sup>

先天性心疾患の種類は多い。ただし、成人期に手術治療となる先天性心疾患は、心房中隔欠損症（ASD）（図3）、心室中隔欠損症（VSD）（図4）、動脈管開存症（PDA）（図5）、Valsalva 洞動脈瘤破裂、Ebstein 奇形などである。小児期に心臓手術を受け、成人期に再度修復を必要とする例も増加している。いずれも人工心肺使用下に形態の修復を行うことが多い。

### d) 大動脈疾患<sup>2)</sup>

胸部大動脈瘤（図6、7）と大動脈解離の手術では、人工心肺を使用して、大動脈を人工血管で置換することが基本である。胸部大動脈は、部位別に行・弓部・下行大動脈に分けられるが、瘤はいくつかの部位にまたがって存在することがまれではない。近年ではステントグラフト治療の適応が拡大し、人工心肺なしで血管内から大動脈瘤を治療する方法が普及してきた。高齢の患者にとっては低侵襲であることより、今後もステントグラフト治療が増加

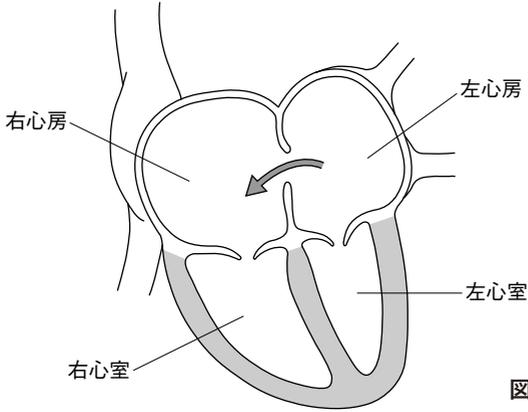


図3 心房中隔欠損症の模式図

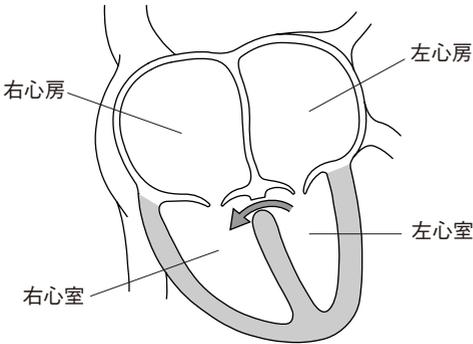


図4 心室中隔欠損症の模式図

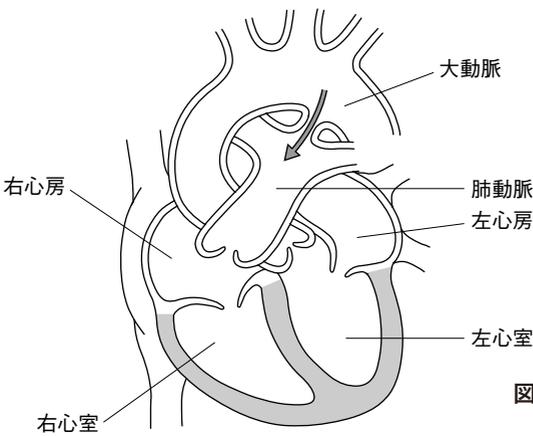


図5 動脈管開存症の模式図