

『心臓手術について』

はじめに

これから手術をお受けになる患者さんあるいはそのご家族は、心臓手術というその言葉の響きだけで不安な気持ちをお持ちだと思います。このような漠然とした不安の原因のひとつは心臓手術というのがどのようにして行われるのか良くわからない、という点があると思われる。実際に心臓手術というのは数ある外科手術の中でも極めて高度の知識や技術を要します。しかし、その原理は単純でありますし、手術に伴う危険性や合併症というのも理論的に充分説明しうるものであります。心臓手術についてより深い御理解をいただき、漠然とした不安を解消して積極的に病気と取り組んでいただくためにこのパンフレットがお役に立つことを希望いたします。

第1章 心臓の構造と働き

心臓は血液を身体の中で循環じゅんかんさせるポンプの役割をしています。この循環があることによって、肺で取り込まれた酸素は身体のスミズミまで運ばれ、代わりに身体で作られた二酸化炭素が肺に運ばれ排出されます。また、腸で吸収された栄養分がそれを必要とする臓器に運ばれたり、ある臓器で作られたホルモンが別の臓器に運ばれ作用を及ぼしたりするのも循環があるからです。

心臓は4つの部屋に分かれており、それぞれ右房、右室、左房、左室と名前がついています(図1)。身体から戻ってきた血液は酸素を使い切って真っ黒な外観をしています(静脈血じょうみゃくけつ)。上半身、下半身からの静脈血はそれぞれ上大静脈、下大静脈を通して心臓に還ってきますが、最初の心臓の部屋は右房です。右房に還ってきた血液は右室に流れ込み、右室の収縮により一旦心臓を出て肺動脈へと送られ肺に行きます。肺動脈は肺の中で何度も枝分かれするうちに非常に細い毛細血管となり肺内の空気と接します。静脈血はそこを通る時に酸素をもらって真っ赤な血液(動脈血どうみゃくけつ)に変わります。同時に身体はいじょうみゃくのなかで作られた二酸化炭素を体外に排出します。その後、血液は肺静脈はいじょうみゃくを通して再び心臓へと帰ってきますが、今度の部屋は左房という部屋です。左房の血液は左室に送り込まれ、左室の収縮によって大動脈だいどうみゃくを通して全身に高い圧力で送られます。

ところで、心臓は全体が筋肉できており(心筋といいますが)、働き続けるためには酸素と栄養の供給が必要です。この役割をしているのが冠動脈かんだうみゃくという血管です(図2)。冠動脈は左室を出てすぐに大動脈の付け根から枝分かれして出ており、心臓の表面から内部へと細かい枝を出して心筋細胞の一つ一つにまで酸素と栄養を供給しています。まず大動脈ひだりかんだうみゃくから左冠動脈みぎかんだうみゃくと右冠動脈の2本が出ますが、左はすぐ2つに枝分かれして、前方を心

臓先端に向かって下っていく前下行枝と、左室の基部を回って後面に分布する回旋枝となり。この2本と右冠動脈とを合わせて主要3分枝と呼ばれます。

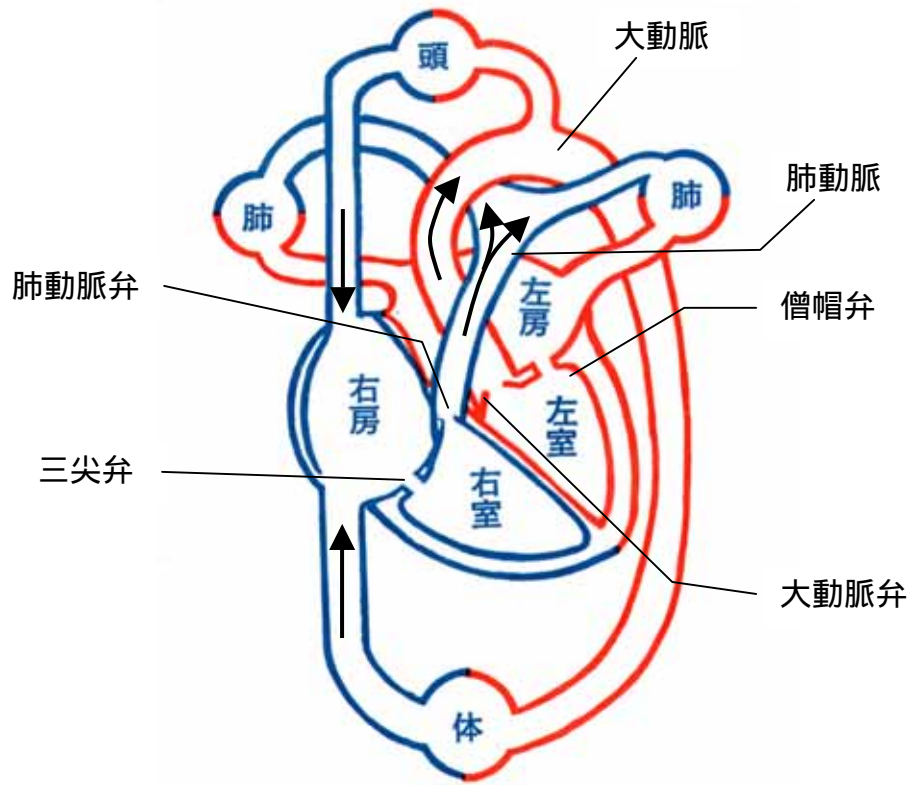


図1. 正常の循環

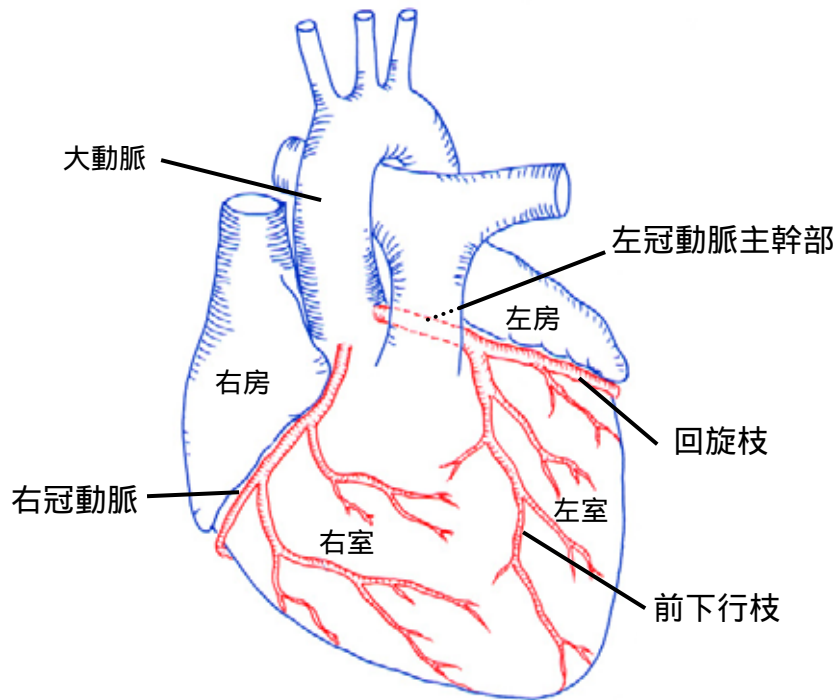


図2. 冠動脈の走行と名称

第2章 心臓手術とは？

大きく分けて、心臓手術には次の2種類があります。どちらの方法をとるかは患者さんの病気の種類によりほぼ決まっています。大部分の手術は心臓を止めて行なうの開心術であり、一般的に心臓手術というと多くの方がこちらのイメージを持たれると思います。

非開心術:心臓表面あるいは心臓から出る血管に対する手術で、心臓の拍動を止めずに行ないます。人工心臓は使用しません。たとえば先天性心臓病でチアノーゼのある子供に対する体-肺動脈シャント手術や肺血流が多過ぎる子供に対する肺動脈絞扼術などがあります。冠動脈バイパス手術は少し前まで心臓を止めて行なう開心術が主流でしたが、最近では技術と道具の進歩により心臓を動かしたままで行なう事も多くなりました。

開心術:心臓内部の操作が必要なために心臓を止めて行なう手術で、人工心臓を使用します。心臓弁膜症、胸部大動脈瘤、多くの先天性心臓病の手術、などほとんどの心臓手術はこちらです。

・人工心臓装置

心臓の内部、あるいは大動脈などを手術するには動いている心臓のままでは切ることできませんのでどうしても心臓を止める必要があります。通常、心臓が止まるということは『死』を意味しますが、実際には心臓という臓器は単純なポンプであり、それに代わるものがあれば人はずっと生き続けることができます。手術中、自分の心臓の代わりに全身に血液を送り続ける機械を人工心臓装置といいます。これは、全身から心臓にかえてきた血液(静脈血)を太いチューブを用いて人工心臓装置に導き、これに酸素を吹き込んできれいな血(動脈血)に変え、その血液をポンプで太いチューブを介して身体の動脈に流し込む、という働きをする装置です(図3参照)。この装置を作動させることにより心臓を止めても身体には酸素をたっぷり含んだきれいな血液が流れ続けるので、これで心臓を止める準備が整ったわけです。

・心停止

次に心臓を止めるにはどうすれば良いかといいますと、まず心臓が動き続けている仕組みを考える必要があります。心臓は全体が筋肉でできており(心筋)、心筋が働くためにはたくさんの酸素と栄養、すなわち大量の血液を必要とします。このために心臓は冠動脈を介して自分自身へも血液を送っているのです。冠動脈が流れ続けている限り心臓は動きを止めませんので、心臓を止めるにはこの冠動脈の流れを遮断する必要があります。そこで、冠動脈が出たあとの大動脈を鉗子ではさんで遮断します(図4)。すると、人工心臓からの血液は冠動脈に流れ込まなくなり、心臓は

入り口(静脈)と出口(動脈)が閉じられた状態となり拍動を止めます。

・心筋保護

さらに完全に心筋の動きを止めて、手術操作の間に心筋が受けるダメージを少しでも抑えるため冠動脈内に特殊な薬剤(心筋保護液)を注入したり、心臓の周囲に氷水を入れて冷やしたりします。このような状態で心臓内部の操作(たとえば弁の手術や心臓内隔壁の穴の閉鎖など)や大動脈瘤の手術を行ないます。

・心拍動の再開

では手術操作が終わった後に再び心臓を動かすにはどうすればよいか、という疑問点があると思います。これには心臓を止めるときに行ったことの逆を行なえばよいのです。つまり、大動脈の遮断を取り除いて冠動脈に血液を流してやれば注入されていた心筋保護液が洗い流され同時に心筋の温度も上がり、心臓は自然に活動を再開します。しばらくして心臓の働きが充分回復したところで人工心肺装置を停止し、身体から切り離します。

開心術の場合、心臓を止めている間に行なう心内操作は病気の種類によってももちろん異なりますが、人工心肺装置の操作に関してはかなりの部分で共通しています。

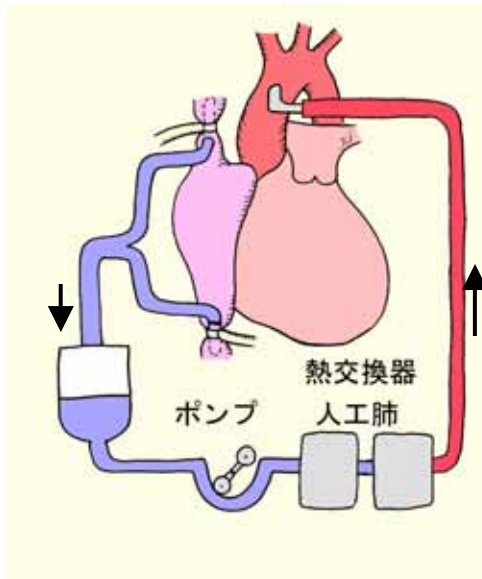


図 3. 体外循環の原理

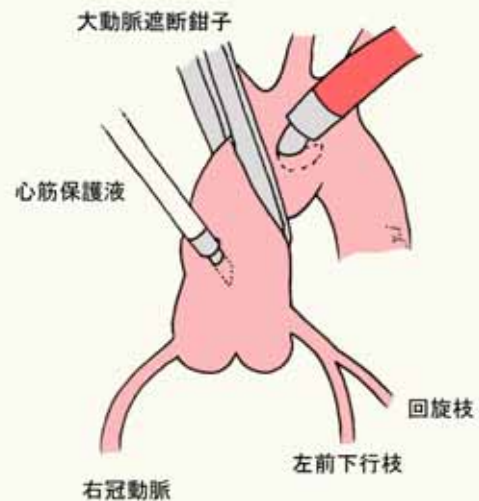


図 4. 大動脈遮断と心筋保護

第3章 心臓手術に関係した問題点(危険性と合併症)

心臓手術のほとんどは心臓を止めて行なう開心術です。手術の危険性は心停止・人工心肺の使用に由来した共通の危険性と、それぞれの疾患に固有の危険性とに分けると判り易いです。

まず開心術に共通した危険性・合併症につき説明します。

1) 術後の心不全

心不全というのは心臓のパワーが弱っている状態をいいますが、特に術後にはいろいろな原因で強い心不全の状態に陥ることがあります。その一番の原因は、手術中の心停止です。心臓を長時間にわたって止めておくと、その間は心臓に酸素、栄養が供給されませんから心臓は弱ります。高度の場合には手術後に極端なパワー不足となり、最悪の場合には石が坂道を転がり落ちるようにどんどん弱っていき、ついには心臓が止まってしまうこととなります。これを予防するには、心臓を止めておく時間をなるべく短くすることです。そのため心臓外科医は手術操作をすばやく終了するよう常に訓練を怠りません。二番目の原因としては術中の心筋梗塞があり、もともとあった冠動脈の狭窄や、手術中に冠動脈内に混入した組織片や空気の泡がこの発生に関わっています。術前からしっかり検査して冠動脈狭窄を見落とさないこと、必要な場合には冠動脈バイパス術を同時に行なうこと、術中に冠動脈内に空気や組織片を入れないよう細心の注意をすること、などで防ぎます。ほかの原因として、たとえば高度の弁逆流が残ったり、心臓内部に狭いところが残ったり、といったような“残存病変”が挙げられます。

2) 出血

心臓手術は血管や心臓を切ったり縫ったりするわけですからある程度の出血は仕方ありません。しかし、人工心肺装置のチューブを血管に差し込む時に大出血を生じたり、チューブ挿入部から末梢に向かって血管がずっと裂けてしまうこともあります。また血液が人工心肺装置を通る時に血液を固める成分(凝固因子、血小板)が破壊されるため、手術後に出血がなかなか止まらない事態になることもあります。このような時には輸血(凍結血漿や濃厚血小板液を含む)を行なう必要があります。また、一旦止血したのに、手術室を出た後に再び出血が始まることもあり、時には大急ぎで手術室に戻って血を止め直す場合もあります。出血した血液が心臓の周囲に溜まると心臓を圧迫することもあり(心タンポナーデといいます)、特に急いで血液塊を取り去る必要があります。また血液が胸に溜まって肺の働きを悪くすることがあり(血胸といいます)、この場合には胸壁から太い管を刺入して溜まった血液を排出してやる必要があります。

3) 不整脈

心臓の働きで特徴的なことは、規則正しく動くことです。これは心臓の内部にリズムを作り出す場所があり(右房の一番高い場所にあり、『洞結節』と呼ばれます)、ここで作られたリズムが心臓内に張り巡らされた通路(『伝導路』と呼ばれ、ちょうど電信線のようなものです)を伝わってすみずみにまで伝わることで心臓は調和のとれた動きをしているのです(図5)。心臓手術の際には心停止の影響や洞結節、伝導路などへの直接的な傷害、あるいは心筋の興奮性の異常な亢進などによりこのメカニズムに異常を生じてリズムが狂うことがあり、不整脈と呼ばれます。この結果、心臓の拍動数が極端に減少したり、逆に非常に速く打つことで心臓の働きが悪くなります。遅い場合にはペースメーカー(術後に一時的に行うのは体外式ペースメーカーといって、不要になれば抜いてしまいます)を用いて速く打たせませし、速い不整脈に対しては薬を用いて遅くします。先天性心疾患で左右の心室の間の隔壁に穴が開いている心室中隔欠損症という病気がありますが、この穴を閉じるときに伝導路に傷がつきますと洞結節からのリズムが心室に到達せず、心停止と同じ状態になってしまいます。このような状態を完全房室ブロックと呼びますが、このままでは生きていけないため人工ペースメーカーを体内に植え込む必要があります(永久型ペースメーカー)。

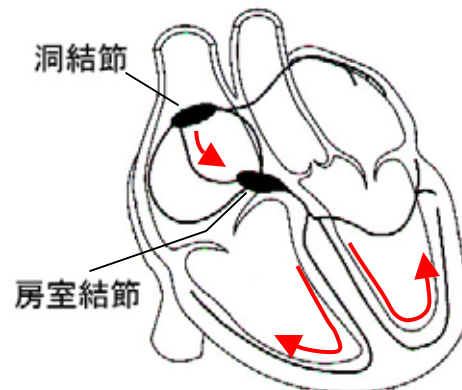


図5. 洞結節と伝導路

4) 脳障害

開心術中の循環は生理的な循環と大きく異なりますが、たとえば動脈硬化(血管が硬くもろくなり内壁がボロボロになる病気)のためにもともと脳血管に狭い部分があった患者さんではそこから先の部分に血流不足がおこる危険性が考えられます。また血管内壁の破片が手術操作中に剥がれて脳血管に詰まる危険性もあります。いずれの場合にも血流不足に陥った脳は損傷を受け脳梗塞(脳卒中の一種)に陥ります。また、たとえば人工心肺回路の中に空気がまぎれ込んだ場合などにもそれが流れていって脳血管に詰まれば同様の状態になります。症状としてはいわゆる脳卒中の場合を考えてもわかるように、軽いものから命に関わる重いものまでさまざまです。このよう

な事態を避けるためにさまざまな予防の工夫が行われていますが、完全になくすことはできていないのが現状です。

5) 腎、肝、肺、その他の臓器の障害

手術の影響は心臓、脳に限らず身体中のあらゆる臓器におよびます。特に人工心肺時間が長時間に及んだ場合や術後の心不全が高度の場合などに問題となります。腎機能が低下して尿の産生が不良となり体内の老廃物が排出できない状態を腎不全じんふぜんと言います。心機能回復後も腎機能の回復は遅れる場合が多く、その間は血液透析けつえきとうせき(血管に入れた管から血液を透析の機械に導き、老廃物を漉し取った後に身体に戻す)を行いながら腎機能の回復を待つこととなります。小児では成人とは異なり、腹膜灌流ふくまくかんりゅうという透析法を用います。これは、お腹の小切開から入れたチューブを使って腹腔(腸の周りにある空間)に透析液を注入し、一定時間後にこれを排液することで透析液にしみ出てきた老廃物を体外に排出する方法です。

肝臓の働きが影響を受けて、黄疸が生じたり出血傾向が出たりすることもあります。特に術前から慢性肝炎や肝硬変のある患者さんでは術後に肝機能の低下が問題となる場合があります。

肺の合併症はしばしば問題となります。たとえば、細菌による肺炎を生じたり、痰の排出が不良で肺の一部に空気の入らない部分を生じたり(無気肺むきはい)、また、肺に穴が開いて風船のようにしぼんでしまったりすることがあります(気胸ききょう)。これらの合併症は早く発見して早く処置することが大切です。

6) 感染症

細菌の侵入により傷口が化膿して開いてしまったり、手術で植え込んだ人工弁や人工血管などに細菌が巣を作ったりすることがあります。本来、心臓手術というのは“無菌手術”なうえに予防的に抗生物質を用いるなどの対策をとっていますが、患者さん自身の皮膚にひそんでいる細菌を根絶することができないこと、患者さんの抵抗力が術前の心不全状態で低下しているうえに心臓手術という大きなストレスのためにさらに落ち込んでいること、などから問題となることがあります。

7) その他

麻酔は全身麻酔を用いますが、これ自体にも危険性を伴います。心臓病の患者さんの麻酔は一般に最も難しいと言われており、ベテランの麻酔科医が担当します。

術中、術後に予期せぬ事態が生じることもしばしばです。そのような緊急事態では事前説明なしにその場で手術方針を変更したり処置の追加をすることもあります。

第4章 主な心臓病と心臓手術

心臓手術の対象となる心臓病はたくさんあります。しかも、複数の病気の組み合わせや重症度まで含めると、手術の種類は無限にあるといっても過言ではありません。ここでは大雑把に分類して説明したいと思います。

対象となる心臓病は大きく分けて、

虚血性心疾患

弁膜症

大動脈疾患

先天性心疾患

があります。以下にそれぞれの病気についての説明を示します。

虚血性心疾患

もっとも代表的なものは『狭心症』です。狭心症というのは心臓の筋肉に血液を送っている冠動脈が動脈硬化により狭くなっているために、運動をした時などに血流不足が生じて痛み(人によっては圧迫感や絞扼感のこともある)として感じるものです。放っておくとついには狭いところがつまってしまってその下流の部分の心筋が死んでしまう『心筋梗塞』に陥ることになります。心筋梗塞を生じると心臓の働きは悪くなりますし、その部分の心筋が再び動き出すことはありません。狭心症状を消し心筋梗塞を予防するための治療法のひとつとして冠動脈バイパス手術があります。

➤ 冠動脈バイパス手術

狭い部分より先の冠動脈に新しい動脈の「道」(=バイパス)を作ってやって血流不足の部分に血液を流してやる手術です。バイパスの材料(グラフトといいます)としては大きく分けて2種類あり、ひとつは静脈グラフト、もうひとつは動脈グラフトです。静脈グラフトは大腿(ふともも)または下腿(すね)の静脈を採取して用います。静脈グラフトは上行大動脈と冠動脈の両者に切開を加えてつなぐ必要があります(図 6a)。動脈グラフトのうち最もよく用いられるのは内胸動脈(腕に行く動脈の枝で胸壁の内側を縦に走っており、左右に1本ずつある)で、これを剥がして先端を切断し冠動脈につなぎます(図 6b)。他には、腕(前腕)の動脈をとってきたり、胃の周りにある動脈を剥がして用いることもあります。どの種類のグラフトを用いるかはつなぐ場所や本数などにより決定されます。この手術は以前ならすべて人工心肺装置を用いて行っていました。しかし、技術や道具の進歩により最近では拍動を続けたままの心臓でもバイパスをつなぐことが可能となりました。なぜそのように代わってきたかといいますと、たとえば脳梗塞など人工心肺にまつわるいくつかの合併症を回避できるからです。しかしながら、手術操作としては人工心肺を

用いた方がより正確な手技ができるため、患者さんの状態によって適宜使い分けをしています。

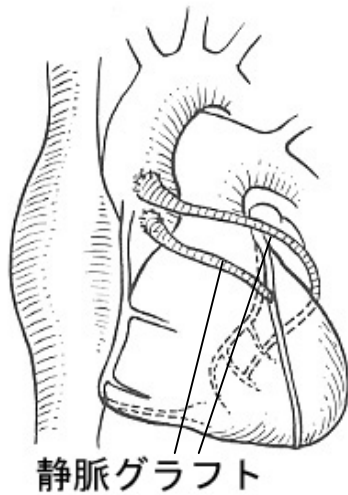


図 6a. 静脈グラフトによる
冠動脈バイパス術

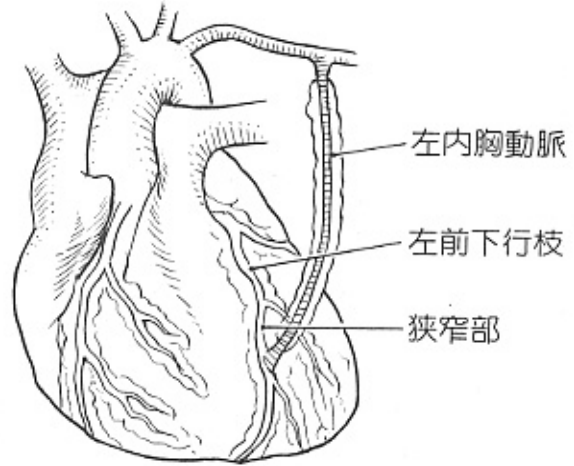


図 6b. 内胸動脈による
冠動脈バイパス術

弁膜症

心臓の中には血液の逆流を防ぐために合計 4 ヲ所の『弁』があります(右室、左室の入り口と出口に 1 ヲ所ずつあり、それぞれ三尖弁、肺動脈弁、僧帽弁、大動脈弁といいます; 図1、図 7)。右室、左室が収縮する時(収縮期)には三尖弁と僧帽弁がピッタリ閉じて心室から心房への血液の逆流を防ぎますが、この時肺動脈弁と大動脈弁は血液の流れを妨げないよう大きく開いています。右室、左室が広がる時(拡張期)には肺動脈弁、大動脈弁は閉じて逆流を防ぎ、三尖弁、僧帽弁は開いて心房から心室へと血液が流れ込みます。

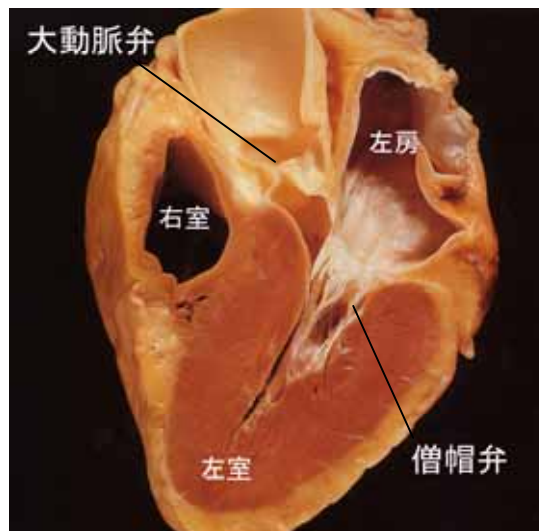


図 7. 左室縦断面(僧帽弁と大動脈弁)

これらの弁の働きが悪くなる病気、それが弁膜症です。病変の種類としては、^{きょうさくしやう}狭窄症；弁が硬く、また厚くなり血液が通る部分(弁口といいます)の面積が狭くなって通過障害を生じる、^{へいさふぜんしやう}閉鎖不全症；弁が閉じた時にピタリと合わず、逆流がある、^{きょうさくけんへいさ}狭窄兼閉鎖不全症；狭窄と閉鎖不全の両者が存在する、があります。どの弁が侵されるかという病変部位と併せて、たとえば『大動脈弁狭窄症』、『僧帽弁閉鎖不全症』などのように表わします。弁膜症の治療方針を決定する上でその原因も大変重要です。主なものにリウマチ性、変性疾患、虚血性心疾患によるもの、感染性心内膜炎によるもの、などがあり、それぞれの病変の特徴と治療方針の特殊性があります。たとえば、細菌性心内膜炎による弁膜症の場合、心臓の弁に細菌の病巣が生じて弁が破壊されている状態です。これを治療するには単に弁の働きを良くするだけでなく細菌そのものを消滅させなければ治ったとはいえませんので、術前から抗生物質による治療をしっかりと行なうなど内科的治療との組み合わせが重要となってきます。

手術法は大きく分けて、弁形成術(自分の弁を修理して使う)、人工弁置換術(自分の弁を切り取って代わりに人工弁を植え込む)があります。弁形成術における手術のテクニックには様々なものがあり、たとえば狭くなった弁口をメスで大きく切り開いたり、弁の一部が飛び出しているために逆流を生じている場合にはその部分を切り取って縫い縮めたりします。一般的に言って、弁形成術はうまくいけばほとんど制約のない術後の状態が得られますが多少の病変が残ることが多いです、将来の再発および再手術も考えておかなければなりません。人工弁置換術では術後の弁の働き具合は弁形成術よりも安定しており、ある一定水準の弁機能が期待できるという長所があります。しかしその反面、血栓弁や人工弁不全(後述)の問題があります。

➤ 人工弁とワーファリンについて

人工弁には大きく分けて2種類あります。そのひとつは『^{せいたいべん}生体弁』といい、ブタの心臓の弁やウシの心膜などの生体材料を用いて作られています(図 8a)。もうひとつは『^{きかい}機械弁』といい、プラスチックや金属など合成材料だけでできています(図 8b)。生体弁は血栓ができにくいという長所がありますが、耐久性が機械弁より落ちまして10年から15年くらいすると壊れるものがでてきます。機械弁はこれと逆で、耐久性に優れますが血栓ができやすく、そのために人工弁不全(人工弁がきちんと作動しなくなる)や脳梗塞(はずれた血栓が脳血管に詰まって起こる一種の脳卒中)を生じることがあります。このため、ワーファリンという薬を毎日欠かさず飲んで血栓の予防につとめなければなりません。しかしこの薬は効きすぎると出血し易くなるため、脳出血や胃潰瘍の出血などを起こしやすくなる危険も含んでいます。ですから最低でも1ヶ月に1回の血液検査でワーファリンの効果を確認する必要があります。生体弁であっても心房細動などの不整脈がある患者さんや、過去に脳梗塞を起こしたことがある患者さんではやはりワーファリンの内

服が勧められます。ところで、食物のなかにはワーファリンの効果を弱らせるものがあるので注意が必要です。一番問題なのが『納豆』です。納豆に大量に含まれるビタミンKという物質がワーファリンの働きを打ち消すため、ワーファリンを内服していても血栓がしやすい状態になってしまい非常に危険です。ですから、ワーファリンを内服している患者さんは納豆を食べてはいけません。納豆と名が付いても甘納豆は問題ありませんし、また同じようにネバネバしているといってもヤマイモは心配ありません。納豆以外では緑黄色野菜(ブロッコリーやホウレンソウなど)にも比較的少量のビタミンKが含まれることが知られていますが、これらについては極端にたくさんの量を食べなければ問題ないでしょう。ただし、「青汁」や「クロレラ」などのように青物野菜の濃縮されたようなものは問題です。これらについては、納豆と同様に摂取を避けてください。

また、ワーファリンの効き方はその時々のご食事や体調によって左右されます。このお薬は体調が良いとかえってお薬の量を増やす必要がありますので、服用量が増えたからといって落胆する必要はありません。

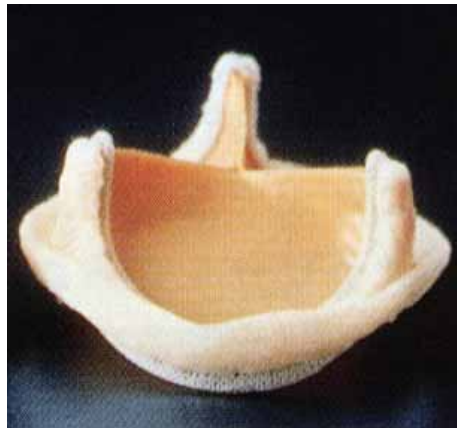


図8 a. 生体弁



b. 機械弁

大動脈疾患

大動脈は心臓から身体へと大量の血液を高圧で送る管くだです。手術の対象となる病気は大きく2種類に分けられます。

一つは大動脈の壁が高い圧に耐え兼ねて徐々に風船のように膨らんでいき、最後には破裂してしまう、『大動脈瘤だいでうみやくりゅう』です。破裂するまでは無症状のことが多いのですが、一旦破裂してしまうとあっという間に大量の出血によるショック状態に陥ります。致命率の極めて高い恐ろしい病気です。

もう一つは大動脈の内壁に裂け目が生じ、これに引き続いて壁が円周方向および軸方向に裂け目が広がる『大動脈解離だいでうみやくかいり』です。これは全く突然に起こり、通常激しい痛みを伴います。裂け目からの血液のしみ出しが心臓周囲の空間に貯まると圧迫によるショック状態しん(心タンポナーデ)に陥りますし、胸腔に出血しますと大量の出血と肺の圧迫によりやはり極めて危険な状態に陥ります。また大動脈から枝分かれている血管、つまり冠動脈や脳血管、あるいは腹部の臓器(肝臓、腎臓、腸管など)の血管の流れが途絶えることによりそれぞれの臓器が動かなくなることもあります。

手術法は基本的にはいずれの場合にも人工血管置換術じんこうけっかんちかんじゅつが行われます(図9)。手術の危険性は病変部位によって異なります。たとえば、大動脈瘤が大動脈弓部だいでうみやくきゅうぶ(大動脈の最頂部、脳へ行く血管が分枝している)にある場合、この部分を人工血管に取り替える操作のあいだ脳血流をどうするかという問題が出てきます。当院では人工心肺装置から脳血管にも血液を送ることで手術操作中の脳保護に努めています。しかし、このような補助手段を用いても術中に脳障害などの重篤な合併症を生じる事があります。これに対し腹部の大動脈瘤の多くは人工心肺装置や特別な補助手段を用いることなく比較的低い危険性で手術を行うことができます。

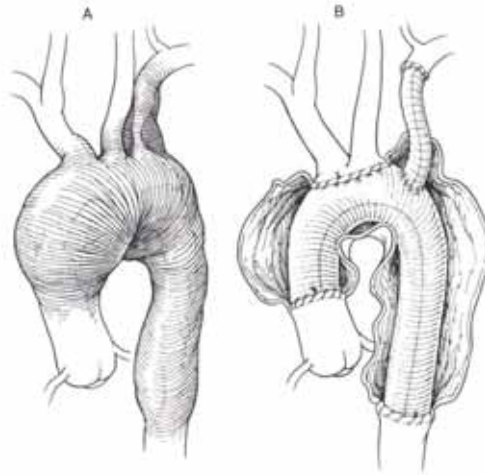


図9. 胸部大動脈瘤-人工血管置換術

先天性心疾患

これは心臓の形態に生まれつき問題がある病気ですが、この病気および手術の特徴として、

- 1) 病気の種類が極めて多い
- 2) 正常と大きく異なる形態をしていることがある
- 3) 最終目的が正常の形態にすることではない場合がある
- 4) 一回の手術で最終目的に到達するのではなく、段階的に手術を行う場合がある
- 5) 手術対象が小さく、高度の技術を要する
- 6) 心臓のみならずあらゆる臓器が未熟である
- 7) 術後の心血管の成長を考慮する必要がある

などが挙げられます。病気によっては生後数日で手術しないと助からないものもありますし、逆に体重の増加を待って学童期になってから手術の方が安全な病気もあります。1)に述べた通り、病気の種類が多くそれぞれに対し手術法、手術時期、手術の危険性、術後の問題点、などが異なりますのでここで一概に説明することはできません。詳しくは主治医からご説明いたします。

最後に

以上、心臓手術をご理解いただく参考になればと思い述べてまいりました。疑問点につきましては御遠慮なく主治医にお尋ねください。

文責 益田 宗孝