

循環器系人工臓器 —人工弁について—

心臓血管外科医長 田中 秀幸

はじめに

人工弁は心臓弁膜症に対する外科治療を行う上で必須の医用材料であり、心臓弁膜症の患者さんに植え込まれた人工弁は一生にわたって休みなく働く人工臓器でもあります。1960年代のボール弁（機械弁）の登場以降、人工弁の進化は目覚ましいものがあり、人工弁なしでは現代の心臓外科は成り立たないと言っても過言ではありません。

心臓の弁の働きは、心臓の中に入ってきた血液を滞りなく、しかも逆流することなく送り出すことです。このような働きが人工弁には求められることは言うまでもありません。それ以外に人工弁に求められるものは何でしょうか？ヒトの心拍数が毎分70回だとすると、人工弁は1日に10万800回、1年では3679万2000回も開閉を繰り返すことになります。10年では3億回以上になります。人工弁にはこの開閉に耐える耐久性が必要となります。血液は異物と接触すると固まります。人工弁の材質はヒトにとっては異物であり、血液は人工弁を異物と認識して弁の表面で固まります。それ故に人工弁を植え込んでしまうと血栓による脳梗塞を起こしやすくなります。異物反応、血栓形成を低減した、即ち、生体に植え込むことに適した（生体適合性に優れた）材質を使用することも人工弁には必要となってきます。ヒトの寿命と同じだけの耐久性と異物反応がなく血栓ができない人工弁が理想の人工弁と言えますが、このような人工弁はいまだ存在しません。日常の診療においては、現在入手可能な人工弁のうち、患者さんの病態に最も適した人工弁を選択し使用しているのが現状です。今回は、現在使用されている人工弁を紹介し、その特徴と使い分けについてお話したいと思います。

機械弁と生体弁

人工弁には主に、金属性の機械弁と生体組織を用いた生体弁があります（図1）。



図1 生体弁(左)と機械弁(右)

一般に生体弁は、機械でできた人工弁に比べて患者さん自身の弁の形に近く、血液の流れも生体に近いことから、機械弁より優れているといわれています。以前はヒトの屍体から採取した弁（大動脈弁）が植え込まれていましたが、大量の弁を揃えることが難しいために、現在はヒト以外の生物（ウシやブタ）から生体組織を取り出して人工弁が作られています。これらの組織をなめし革の原理を用いて薬品処理、加工して作成された生体弁は、血栓形成の心配が殆んどないと報告されています。しかしながら耐久性には限界があります。現在入手可能な生体弁では、心臓のどの部位に植え込むにもよりますが、おおよそ15年間の耐用年数が期待できると思われます。ヒトの屍体から採取した大動脈弁、肺動脈弁を薬品処理し凍結保存した心臓弁（ホモグラフト）は、感染に強いという特徴がありますが、一部

施設を除いて入手は困難となっており日常診療で容易に使用できるにはなっていません。

現在よく使用されている機械弁は、パイロライトカーボンという材質からできています。心臓の拍動に合わせて開閉を繰り返すリーフレット（弁葉）、リーフレットを支えるオリフィス、ソーイングカフ（人工弁を心臓に縫い付け固定する部分）から構成されています（図2）。2枚のリーフレットが蝶番で開閉し血液は人工弁の中心を流れるようになっており、より生体に近い血液流れを実現しています。耐久性についてですが、機械を用いた耐久性試験では30億回以上の開閉に耐えることができ、100年以上の耐用年数があるといわれています。耐久性に関しては、機械弁はほぼ理想的であると思います。しかしながら機械弁には、リーフレットとリングの蝶番に血液の停滞が起こりやすく血栓ができるという欠点があります。このようにしてできた血栓により機械弁の動きが悪くなったり脳梗塞になったりするため、機械弁を植え込まれた患者さんは、ワーファリンという抗凝固薬を服用して血栓を予防しなければなりません。毎月病院へ通院して採血検査を行い、ワーファリン量を調整していかねばなりません。機械弁が植え込んである限り、一生涯これが続くことになります。

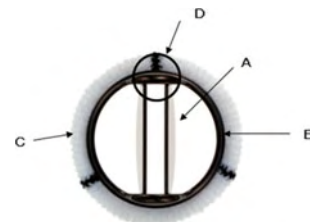


図2 リーフレット(A)、リング(B)、ソーイングカフ(C)と蝶番(D)

人工弁の使い分け

生体弁は抗血栓性に優れていますが耐久性に限界があります。ワーファリンの服用は必要ありませんが、若い年齢の方に使用した場合には、再手術で人工弁の入れ替えが必要となります。一方、機械弁は耐久性に優れていますが、抗血栓性に問題がありワーファリンの服用が生涯にわたって必要となります。大きな怪我をしたり、手術を受ける場合には出血量が増える危険性があります。日常の臨床においては、65歳以上の方、挙児希望のある女性（ワーファリンには催奇形性があるため）、出血の危険を伴う仕事をしている方、大きな手術を受ける予定のある方などは生体弁を使用しています。再手術のリスクが高い方、すでに機械弁が植え込まれている方、40歳以上の方などは機械弁を使用しています。

おわりに

血栓予防が不要で耐久性にも優れるという理想の人工弁は未だ開発されていません。しかしながら、現在も理想の人工弁に向けての研究、開発、改良は続けられています。また、冠動脈疾患、大動脈疾患に続き、心臓弁膜症に対するカテーテル治療も臨床段階にまで開発が進んでいます。理想的な人工弁を使用して最小限の侵襲で弁膜症の治療ができる日がいつの日かくるのかも知れません。今後もその動向に注目しながら、患者さんにとってベストな医療を提供していきたいと思っています。