

# 体への負担を軽減した ロボット「ダ・ヴィンチ」の 心臓手術とは?

創<sup>きず</sup>が小さくてすむロボット手術について、心臓の手術を日本で唯一行なっている渡邊剛先生にその優位性と今後の可能性を伺いました。



①ダ・ヴィンチのコントローラーと渡邊先生



②両手の親指と人差し指の動きで操作する



③コントローラー



④コントローラーで操作する渡邊先生

## 渡邊 剛

金沢大学医学部  
心臓・総合外科教授

わたなべ・こう ●1958年、東京都生まれ。84年、金沢大学医学部卒業。第一外科入局。89年、ドイツ・ハノーバー大学留学。富山大学助教授を経て、現職。2005年から11年6月まで東京医科大学心臓外科教授を兼任。

## 体への負担が少ない 手術ロボットによる心臓の手術

手術で体を受ける負担をできるだけ少なく、そして、手術後はできるだけ早くふだんの生活に、という願いを叶える手術ロボット「ダ・ヴィンチ」による心臓の手術が注目されています。

ダ・ヴィンチによる手術が優れている点は、手術の際の切開箇所が小さなものです。その結果、体への負担が少なく、手術後の生活復帰も早まります。

これまで行なわれてきている心臓手術は、全身麻酔をかけて胸の中央部分を縦に切り（正中線切開といいます）、切開した場所を開胸器で広げ、心臓をよく見えるようにして行なう、開胸手術という方法です。

開胸手術の場合、手術後の退院のメドは約一カ月程度ですが、切開による胸の大きな創<sup>きず</sup>の修復を含めて、日常生活に支障がないまでに回復するには、約三カ月を要します。

ます。  
一方、ダ・ヴィンチによる手術では手術の一週間後には退院ができ、胸の創の修復も早いので、退院とほぼ同時に日常生活に戻るることができます。たとえば八月の中

旬に手術を受けたとすると、開胸手術の場合には、完全な社会復帰ができるのは十一月の中頃となりますが、ダ・ヴィンチによる手術では八月中には社会復帰を果たすことが可能です。

## アームを自在に動かして 手術をする「ダ・ヴィンチ」

手術ロボット「ダ・ヴィンチ」による心臓手術の実際を紹介しましょう。

手術を行なう外科医

は、手術台から3mほど離れた場所にある遠隔操作台（コントローラー）に座り、両手の親指と人差し指の動きによりアームを操作します。離れた場所からアームを操作するので遠隔操作と呼んでいます（コントローラーと操作については写真①②③④参照）。

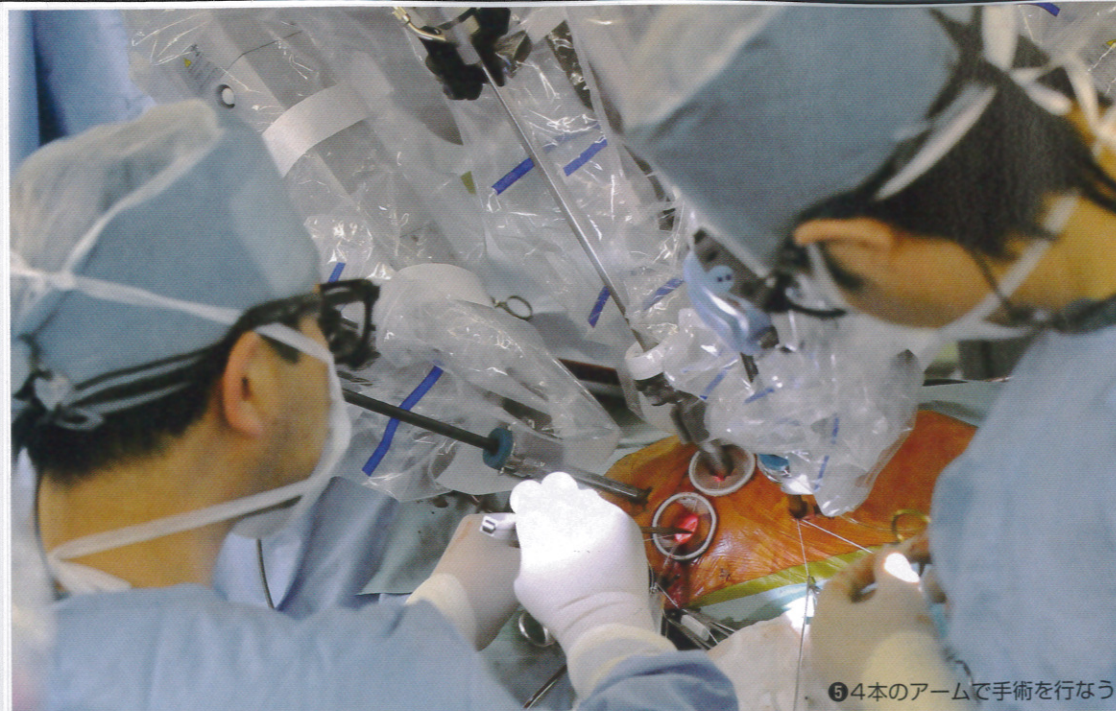
手術の手順としては、最初に胸部に直径が1〜2cmほどの小さな穴を四カ所あけ、その穴からロボットの四本のアーム（写真⑤参照）を差し入れます。アームは手術を行なう外科医の手となり目の役目を果たすものです。

手の役目に相当するアームは電気メスやセلمان（ピンセット）などがセットされており、目の役目に相当するアームには内視鏡カメラがセットされています（写真⑥参照）。

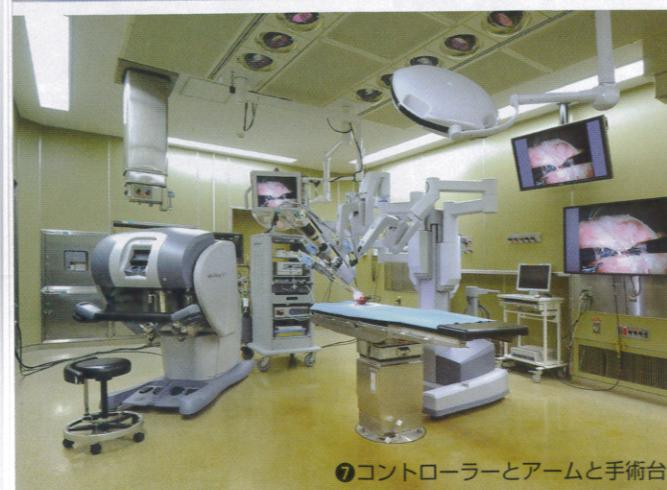
私はダ・ヴィンチの手法に習熟していますので、自分の手と目で行なうのと変わらなくアームを動かすことができますが、コンソールからの指示とアームの動きとの間に短時間とはいえ時間差が生まれます。操作に慣れる必要があります。しかし、慣れてしまえば自分の手を動かす以上の精緻な動きが可能です。現状に加えて、実際の手と同様に触覚も感じ取れるようになれば、鬼に金棒というところでしょう。

なお、心臓手術の際に心臓を一時的にお休みさせる装置が「人工心肺装置」です。体外に設けた人工心肺装置が心臓と肺の仕事を代行し、お休み中の心臓を経由せずに、体内の血液循環を果たすことができます。

最近では、人工心肺装置を使わずに行なう心臓手術も普及しています。その際、体温を低下させるこ



⑤4本のアームで手術を行なう



⑦コントローラーとアームと手術台



⑥アームの先端部分

## ●心臓にある4つの弁と中隔

|                             |                  |                              |
|-----------------------------|------------------|------------------------------|
| さん ぜん べん<br><b>三尖弁</b>      | 右心房と右心室のドアにあたる   | 全身から集められた静脈血は、右心房から右心室に流れ込む  |
| はい どうやく べん<br><b>肺動脈弁</b>   | 右心室から肺動脈へのドアにあたる | 右心室から肺に静脈血を送り出すときに開く         |
| そう ほう べん<br><b>僧帽弁</b>      | 左心房と左心室のドアにあたる   | 肺から送られる新鮮な動脈血は、左心房から左心室に流れ込む |
| たい どうやく べん<br><b>大動脈弁</b>   | 左心室から大動脈へのドアにあたる | 左心室から全身に動脈血を送り出すときに開く        |
| しん ぼう ちゅう かく<br><b>心房中隔</b> | 右心房と左心房の間仕切りにあたる | (右図では大動脈に隠れ見えません)            |
| しん しつちゅう かく<br><b>心室中隔</b>  | 右心室と左心室の間仕切りにあたる |                              |

## ●心臓の弁の病気

|                                   |           |                |
|-----------------------------------|-----------|----------------|
| しん ぼう ぜん まく しょう<br><b>心臓弁膜症</b>   | 心臓の弁の病気   | 弁の狭窄と弁の閉鎖不全がある |
| べん まいよう さく しょう<br><b>弁狭窄症</b>     | 弁がうまく開かない | 血液がうまく流れなくなる   |
| べん へい さ ふ ぜん しょう<br><b>弁閉鎖不全症</b> | 弁がうまく閉じない | 血液が逆流するようになる   |

## 心臓の弁の手術による治療

※他に薬による治療もある

|                             |                    |                 |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|
| べん けい せい じゅつ<br><b>弁形成術</b> | 弁を修復(形成)する手術       |                 |
| べん ち かん じゅつ<br><b>弁置換術</b>  | 弁を切り取り、人工弁に置き換える手術 | 人工弁には生体弁と機械弁がある |

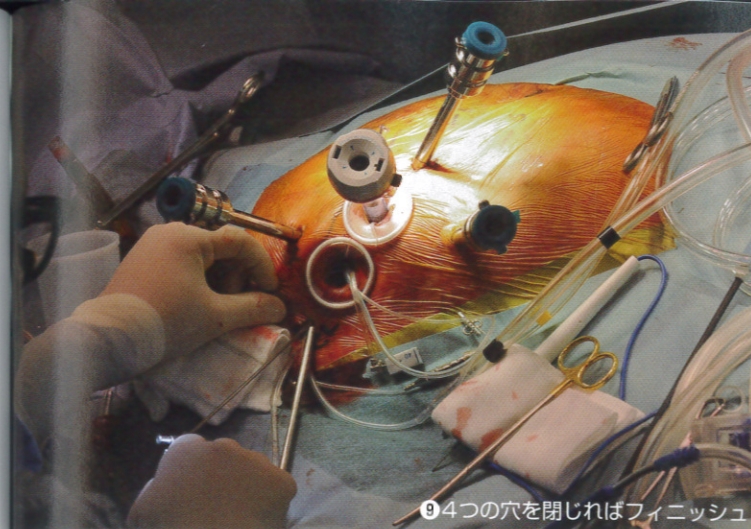
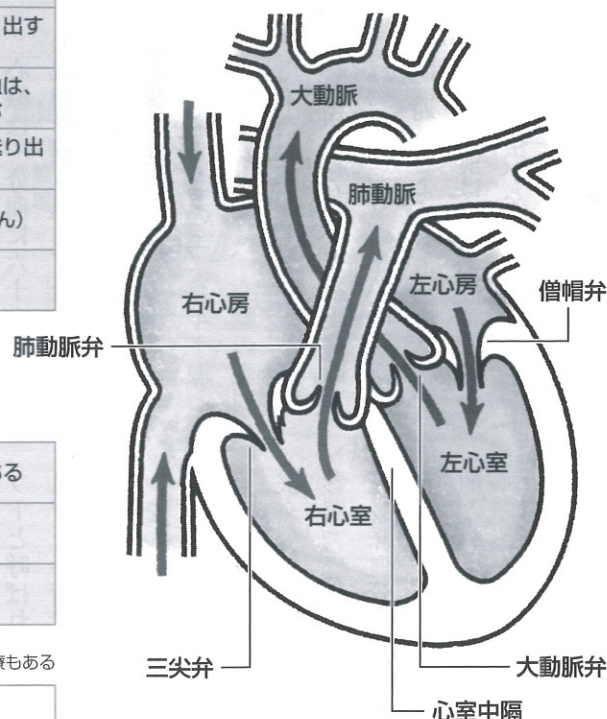
## ●心臓の中隔の病気

|                                          |             |                    |
|------------------------------------------|-------------|--------------------|
| しん ぼう ちゅう かく けつ そん しょう<br><b>心房中隔欠損症</b> | 心房中隔に穴がいた状態 | 右心房と左心房の血液が混じってしまう |
| しん しつちゅう かく けつ そん しょう<br><b>心室中隔欠損症</b>  | 心室中隔に穴がいた状態 | 右心室と左心室の血液が混じってしまう |

## 中隔欠損症の治療

|         |                           |
|---------|---------------------------|
| 手術      | 手術で穴をふさぐ                  |
| カテーテル治療 | カテーテルで特殊な栓を送り込み、その栓で穴をふさぐ |

## ●年中無休の働きもの 心臓のしくみ



とで心臓の動きをゆるやかにして行なうこともあります。

人工心肺装置を使って行なう手術をオン・ポンプ、使わずに行なうことをオフ・ポンプと呼んでいます。ダ・ヴィンチによる手術はオフ・ポンプで行なうことも多いのです。

私がダ・ヴィンチによる心臓手術に取り組み前史にあたるのが、

夢にまでみた日本への導入！

内視鏡による心臓手術の試みでした。既にいろいろな臓器について内視鏡による手術が行なわれていましたが、心臓だけは内視鏡による手術例がなかったのです。

そこで、日本で初めての内視鏡による心臓手術にチャレンジしました。その試みをまとめた私の論文が『ランセット』(イギリスで発行されている世界的に権威がある医学専門誌)に掲載されると、国内はもとより海外からも大きな反響と評価を受けることになりました。

一九九九年のことです。

ちょうどそんな折り、アメリカの医療機器会社が開発・製品化したダ・ヴィンチの誕生を知ったのです。ダ・ヴィンチはロボット操作で内視鏡手術を行なうものですから、患者さんにメリットをもたらす優れた内視鏡手術ができる期待に胸がふくらみました。

早速、アメリカ・サンノゼにある会社を訪ねました。実際にダ・ヴィンチの優れた性能を目の当たりにした私は、ダ・ヴィンチの日本への登場を夢に見るまでに願ったのです。

その願いが通じたのは二〇〇五

8 手術は順調に進む



年のこと。ダ・ヴィンチが日本に初めて導入されました。

現在、日本には十三台が導入されていますが、新しく入った七十九台はまだ待機中の状態で、これからの活躍が期待されています。

## ダ・ヴィンチが得意とする 弁膜症、心房中隔欠損症

ダ・ヴィンチによる手術は、これまで前立腺がんや乳がんの手術に多く用いられてきました。

現在、心臓の手術をダ・ヴィンチで行なっているのは日本では私だけです。今後は、ダ・ヴィンチを活用できる心臓外科医がもっともっと増えれば良いと願っています。

ダ・ヴィンチが得意とする心臓の病気は、心臓弁膜症や心房中隔欠損症です(65ページの図を参照)。それに次ぐのが心臓のバイパス手術です。

心臓の病気の治療に際しては、医者選びがとても大切なことについて、心臓のバイパス手術に焦点をあてながら特集の次項で述べましょう。

ところで、二〇〇五年の導入当

腐れとなつてしまっています。そこで高度先進医療(現在の先進医療)の申請をすることにしました。

現在、ダ・ヴィンチによる心臓バイパス手術については先進医療制度が適用されています。

手術による体への負担をできるだけ少なく、そして、手術後に早くふだんの生活に戻る、という患者さんの願いをさらに確かなものにするために、今年の九月からはメーカーと連携して新しい治療の試み(治験)を開始します。

※注…先進医療

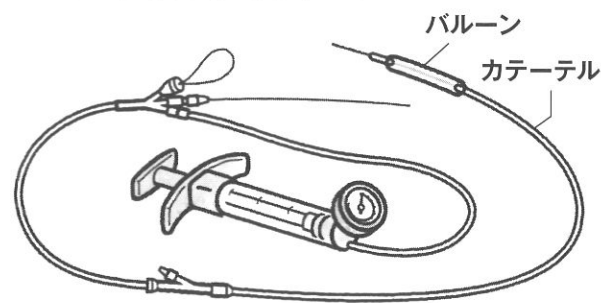
二〇〇六年に従来の高度先進医療を再編して設けられた制度。大学病院などで行なわれる先端的な医療(薬・治療法・手術など)を「特別料金部分」として患者の自己負担とし、それ以外の医療費については健康保険がきくようにしたもの。

通常は健康保険のきかない医療は全額が患者さんの自己負担(自費診療)となり、健康保険と自費診療との混合診療は制度として認められていない。先進医療は特例として自費診療部分と健康保険がきく部分との混合診療を認めている。

具体的には、ダ・ヴィンチによる心臓バイパス手術に際して、その手術費用は患者さんの自己負担となり、それ以外の医療費は健康保険の適用となる。

図2 循環器内科ですすめる一つの治療法

## PTCA に使われるカテーテル



## バルーン療法の実際

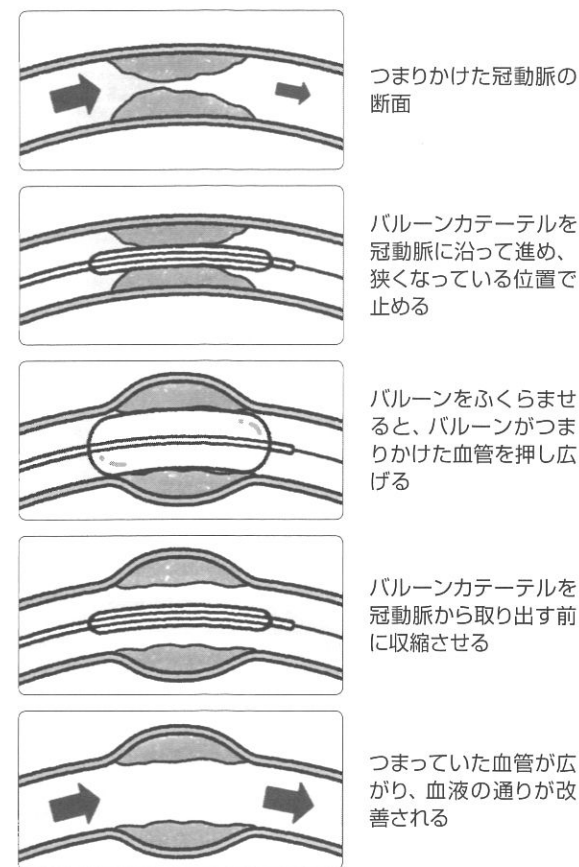
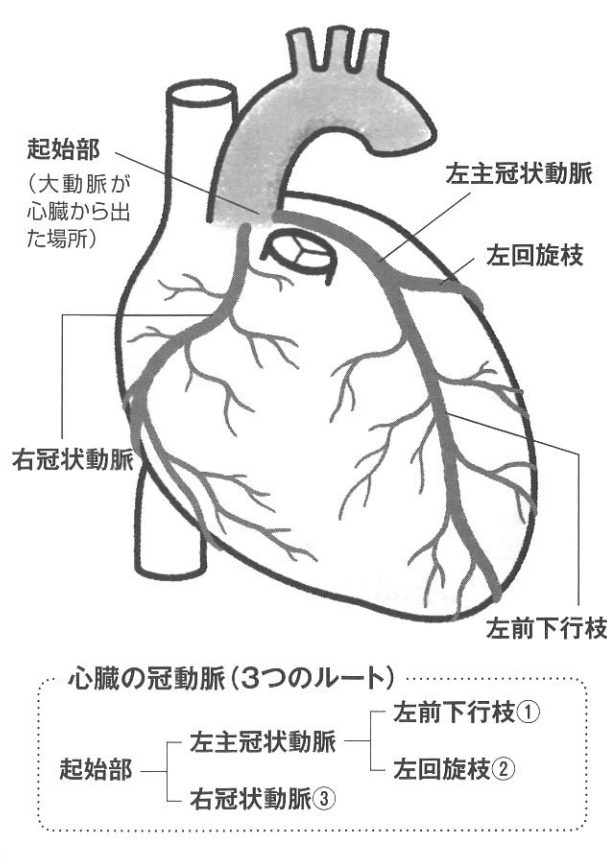


図1 心臓の3ルートを通りをよくするのが一番



や腕の動脈などが使われている。心臓バイパス手術は人工心肺装置(63ページ参照)を使わずに行なわれることも多くなりました。私は、手術ロボットのダ・ヴィンチによる心臓バイパス手術を行なっています(64ページ参照)。

**循環器内科で行なわれる治療  
心臓外科が得意とする治療**

バルーン療法やステント療法は心臓手術をしなくてもできる

方法で、循環器内科で行なわれています。バイパス血管をつける方法は、心臓手術を必要とします。心臓外科(血管外科)で行なわれます。

さて、ここで問題となるのは、患者さんが循環器内科によるバルーン療法やステント療法を受けるのがよいのか、心臓外科による心臓バイパス手術を受けたほうがよいのか、という選択をしなければいけないことです。

たとえば受診した先やかかりつけ医からの紹介先が循環器内科であれば、バルーン療法やステント療法をすすめることになるでしょう。ただし、循環器内科の医師が心臓外科の医師に、バイパス手術を含めてどの方法が患者さんにとって最適か、という相談を持ちかけることはあまりありません。

では受診した先やかかりつけ医からの紹介先が心臓外科の場合はどうでしょうか。心臓バイパス手術ができることはもちろんですが、冠動脈の狭くなった場所が太い幹線部分ではなく、循

「その時」に後悔しないために

心臓・血管のつまりを改善する  
さまざまな治療法

かけがえない臓器、心臓の血管の通りをよく保つには、医者任せにしない「患者力」が必要です。最新技術を持つ心臓外科医にさまざまな治療法を伺いました。

冠動脈の通りをよくする  
治療法の選択肢

心臓は一分間に六十〜七十回の収縮を繰り返して全身に血液を送り出しています。その収縮は心臓の筋肉(心筋)の働きによりますが、心筋のエネルギー源となる酸素と栄養は、心臓の表面を走る三つのルートがある冠動脈から届けられます(図1参照)。

冠動脈に通りが悪い場所があれば、通りをよくする治療を行います。以前は手術で改善をはかるしか方法がなかったのですが、現在は、いくつかの選択肢があります。カテーテル(細くてやわらかい管)を冠動脈まで送り込み、バルーン療法やステント療法を行なう方法。もう一つは、冠動脈のつまった場所を迂回するグラフトと呼ばれる脇道(バイパス)血管を手術でつける方法です。

バルーン療法……先端にバルーンをつけたカテーテルを冠動脈の狭くなった場所に送り込み、そこでバルーンをふくらませて狭くなった血管を広げます(図2参照)。バルーン療法は経皮的冠動脈血管形成療法(PTCA)というのが正式の名前で、経皮的というのは手術で胸を開けずに行なう、という意味です。カテーテルは股のつけねや腋の下の血管から送り込みます。広

くなった血管の場所が再び狭くなることも多いことがこの療法の問題です。

ステント療法……ステントは金属の網でできた筒状の管です(68ページ図3参照)。カテーテルの先端にステントをつけ、血管の狭くなった場所でステントを広げて置き、血液の流れをよくするものです。

最近のステントには血栓ができるのを防ぐ薬が染み出すものも登場しています。しかし、ステントそのものに血管の内皮細胞が芝生をはるようになっていくため、血栓ができやすいので血栓を溶かす血栓溶解薬を何種類も飲むことになります。血栓

金沢大学医学部心臓・総合外科教授  
わたなべ こう 渡邊 剛

## C O L U M N

## ①

## 痛みで知る、心臓の正しい位置とは

心筋梗塞と狭心症  
似ているところと違うところ

狭心症の状態が進むと心筋梗塞を起こすと考えられる人が多いのですが、最新の医学では、狭心症と心筋梗塞は別のものと考えようになっています。

心筋梗塞は冠動脈が完全につまると起きます。血管がつまった先へは血液が届かないため、血液に含まれる栄養と酸素も届かず、心筋は壊死を起こします。心筋梗塞は、ふだんは血液の通りがよい血管が、特別な前触れもなく、突然つまること起こることが多いのです。そのため、「え、あの元気な人が？」と驚かれることにもなります。

一方、冠動脈が徐々に狭くなって血液の通りが80%ぐらいになると狭心痛と呼ばれる狭心症の症状が現れます。狭心症の場合には、血管が徐々に狭くなってくるにつれて「脇道（バイパス）血管」が作られることも多く、脇道血管で血液の通りが確保されていると、血管がたとえつまっても、大事に至るまでの

ことがなくなります。

心筋梗塞や狭心症による胸の痛みはネクタイを締めた位置で感じることが多いのです。心臓は左胸にあるというイメージが強いのですが、実際は左右の肺のまん中あたりに位置しているからです。

また胸の痛みだけでなく、異常を知らせるシグナルが放散痛と呼ばれる左胸から左右の肩にかけての痛みであったり、背中やお腹の不快感や圧迫感を伴うこともあります。

心筋梗塞による痛みは改善されることがありませんが、狭心痛はどんなに長くても20分以内には治まることが多いのです。

心筋梗塞を起こしたときは救急車でCCU（コロナリー・ケア・ユニット＝冠動脈の病気の集中治療室）のある医療機関に搬送されて救命治療を受けることになります。

心筋梗塞の場合は緊急状態を脱したあとの話となりますが、狭心症を起こした場合は冠動脈の状態を検査し、前述した治療を受けることになります。

動脈硬化を予防して  
心筋梗塞、狭心症を予防する

心筋梗塞と狭心症の共通点は、どちらも冠動脈の動脈硬化が原因となることです。

動脈硬化は血管が硬く、厚く、そして血液の通り道である内径が狭くなる、という3つの変化を起こすことです。動脈硬化の原因は脂質異常症、高血圧症、糖尿病などの生活習慣病と喫煙があります。

生活習慣病の予防と改善、そして禁煙は心筋梗塞や狭心症を予防するためにも大切なことです。現在、治療中の方は医師の指示にもとづいて薬をきちんと飲み、関連の検査数値を正常範囲にコントロールすることが欠かせません。



ネクタイをするあたりに痛みが……

## 表1 腕のいい外科医を探そう

心臓の手術で患者さんが亡くなられた割合

|          | 日本胸外科学会の<br>2008年データ | 渡邊 剛（参考までに）    |
|----------|----------------------|----------------|
| 冠動脈バイパス術 | 1.3 %                | 0.45 %（過去10年で） |
| 心臓弁膜症手術  | 3.82 %               | 0.38 % 以下      |

これは一例ですが、医療機関ごとのデータを比較して参考にすることが大切です。1年間に行なう手術数も多く、患者さんが亡くなられる割合も低ければよい医療機関と判断できます。また、市販の医療に関するデータ本の情報も参考の一つになります。

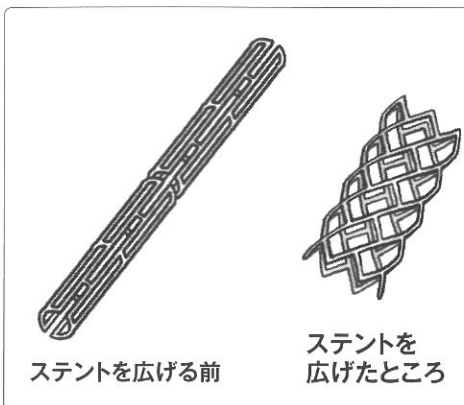
循環器内科医と相談してバルーン療法やステント療法を選択することになるかもしれません。このような現実をみると、循環器内科に判断を預けてしまうと、ほかの選択肢があるにもかかわらずカテーテル治療やステント治療をすすめられる可能性が高くなります。これらの治療が効を奏すればよいのですが、前述したように再び狭くなりやすいのが難点です。その結果、ステント治療を何度も行なうことにもなりかねません。循環器内科の医師がこれらの治療にこだわっているときは注意が必要となるでしょう。

心臓バイパス手術はきわめて安全な手術ですが、実際に自分が受けることになったときは、手術をしてもらう医療機関や担当医師の手術成績を知っておくことが欠かせません。

また、循環器内科医のすすめる心臓外科医（所属する同じ医療機関でという場合が多いのですが）による手術を無条件に受け入れることには二の足を踏んでほしいのです。受け入れるにしても、その心臓外科医の腕前を

医療機関や医師の腕前を  
きちんと事前に調べて受診する

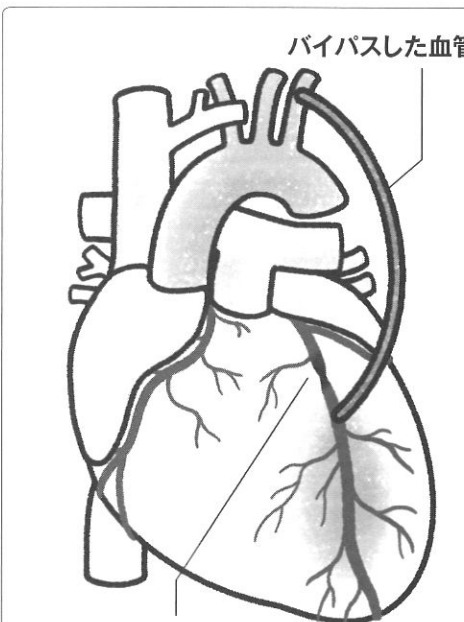
## 図3 ステントの構造



ステントを広げる前  
ステントを広げたところ

図4 血管がつまったところは  
飛び越える

冠動脈のバイパス手術



血管がつまったところ  
血管がつまったところを迂回するバイパスのグラフトをつける手術。片方は大動脈に、もう片方はつまった箇所を飛び越えたところに縫いつける

調べた上での話となります。

参考までに心臓手術による死亡リスク（表1）を示しましょう。表に示した心臓バイパス手術で亡くなられた方の割合は一・三％です。ちなみに私の過去10年の成績では〇・四五％です。比べると約〇・八％強の差ですが、見方を変えれば約三倍もの差があるということになります。実際に手術を受けるとなれば、このような差を考慮に入れる必要があるのではないのでしょうか。誰しも失敗例に自分が入りたくないと思うからです。

なお治療成績を判断する際の知識として、循環器内科の成績は器械の質によって決まる（性能が悪い器械を使ったら悪い成績になる）ということも知っておきたいことです。一方、心臓外科医の成績は器械に左右されず、その医師の腕で決まります。自分の命を託せる腕のよい外科医選びが大切なことがよくわかると思います。

治療にあたって疑問に思うことや質問したいことは、医師に率直にぶつけてみることも大切

弁膜症や中隔欠損の病氣も  
納得のできる受診を

心臓には血液の流れをスムーズにするためのドアにあたる弁があります（65ページの図参照）。弁の病気である弁膜症になると、弁の動きに不具合を生じると、弁の動きがうまく流れなくな

私は、医療機関や医師選びに真剣に取り組む賢い患者さんが多くなれば、日本の医療と医師の質はさらに向上するものと考えています。ぜひそのような「患者力」を高めていただきたいと思います。

そうは言っても現実には医師に疑問をぶつけることに躊躇してしまうかもしれません。しかし、心臓はかけがえのない大切な臓器です。医者まかせ、なりゆきまかせの対応ではいけないとは思いませんか。

## 動脈硬化の改善が予防において、とても大切

シニア世代に増えている  
大動脈瘤

心臓・血管の病気でシニア世代に最近増えているのが大動脈瘤です。大動脈瘤は太い血管の一部がふくらんでこぶができるもので、大動脈瘤が破裂すると命を左右する事態になります。

こぶができるのは、動脈硬化により血管に変化が生じ、もろくなった場所に高い血圧がかかるとふくらみができるこぶを作るからです。

横隔膜から下にできたものを腹部大動脈瘤、横隔膜から上にできたものを胸部大動脈瘤と呼んでいます。

心臓外科（血管外科）の担当となるのが胸部大動脈瘤です。胸部大動脈瘤は大動脈弓部（大動脈が心臓から出てすぐの場所で弓の形のようにカーブしている場所）やそこから分かれる上行大動脈、胸部下行大動脈などにできやすいです。こぶが6cm以上の大きさになると破裂しやすくなります。

大動脈瘤ができて痛みを感じることは少ないのですが、周囲の臓器が圧迫されると痛みを感じます。

また、大動脈瘤がしわがれ声の原因となることもあります。声帯の動きは脳の延髄から出ている反回神経がコントロールしていますが、左側の反回神経は大動脈弓部と隣り合っ

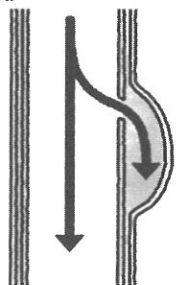
て走っているため、こぶで左反回神経が圧迫されると声帯の動きに支障が生まれ、しわがれ声となるのです。

このようなことを知っていれば、しわがれ声が続くときに耳鼻咽喉科の受診を想定するだけでなく、循環器の専門医を受診するきっかけとなることでしょう。

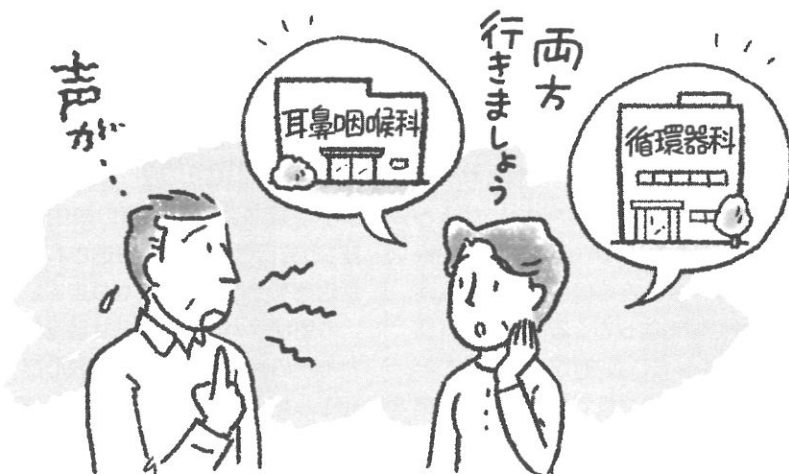
大動脈瘤が破裂したときは緊急手術が必要となりますが、患者の受け入れを渋る医療機関も多いのです。特に大動脈の内膜が裂けて、そこから血液が中膜に流れ込み、その中に血液がたまってこぶができる大動脈解離の破裂では亡くなられる方の割合が5人に1人となります。

図5 動脈硬化が原因で  
リスクが広がる！

大動脈解離



内膜が裂けて血液が中膜に流れ込み、その中に血液がたまってこぶを作ります



しわがれ声の原因は耳鼻咽喉科へ？ それとも循環器内科へいけばいいの？

る）や弁閉鎖不全症（弁がうまく閉じない状態で、血液が逆流する）を起こします。

弁膜症は、以前はリウマチから起こるものが多かったのですが、最近は動脈硬化による変化が弁にまでおよぶ動脈硬化性の弁膜症が増えていきます。この手術は、弁を修復する弁形成術や、悪い弁を切り取り人工の弁に置き換える弁置換術を行ないます。

また、左心房と右心房の間にある壁や左心室と右心室の間にある壁（中隔）に穴があいている状態が中隔欠損症です（65ページ参照）。あいた穴を通して左右の血液が混じってしまうことでさまざまな障害を招きます。穴が小さい場合、特に心房中隔欠損症の場合は特別な症状もなく過ごしていても、シニア世代になつてから心不全を起こしたり、肺の不調を招くなどの症状があらわれることがありますので、手術でふさぐ必要があります。弁膜症や中隔欠損の治療成績にあつても医療機関の治療成績を調べ、納得できる受診をするこ