

NPO 日本医工学治療学会 機関誌

医工学治療

Therapeutics & Engineering

Vol.22, No.1, 2010 別刷

外科手術用ロボット“da Vinci Surgical System”を用いた新しい心臓手術

金沢大学医薬保健学域類心肺病態制御学
渡邊 剛*

食生活の欧米化と人口の高齢化に伴って、本邦においての心臓手術対象疾患が変化してきている。30年前の弁膜症中心の心臓疾患から20年前の冠動脈を中心とするバイパス手術、そして現代の疾患（冠動脈疾患及び動脈硬化性の大動脈弁疾患、並びに僧帽弁の変性疾患による弁膜症）に移り変わってきた。また循環器内科のインターベンションや小児科のカテーテルインターベンションの発達、並びに各種デバイスの発達は目覚ましく、従来外科疾患だったものが循環器内科、並びに小児科で治療可能となってきた。また一般外科領域では内視鏡手術などに代表される低侵襲手術の流れが加速し、心臓疾患やあるいは脳外科手術でも低侵襲手術を避けては通れない状況になっている。当然それらの疾患に対する治療方法を持たない外科医は、その流れに取り残されていくことになった。さて、これから外科医を志す者、あるいは外科医になったばかりの若い医師が今後の10年および20年後を見据えた外科治療を考えた時に、新たな光明、ならびに外科でしかできない手術を示すのが我々指導者の立場であると思う。それには、最終的なセイフティネットとしての外科の優位性、そして外科のdignityを世に問う方法として新たな外科手術の創出、そしてそれを一般に知らしめることが極めて大事となっている。心臓手術のこの10年間の最も大きなトピックスはロボット手術の出現である。我々は世界に先駆けて完全内視鏡下CABGを報告した⁽¹⁾。そこで今回は「新しい心臓手術」として我々が取り組んでいるロボット手術の現状につき報告する。

1. 対象と方法

2005年の12月～2009年の5月31までの3年半の間に金沢大学 心肺・総合外科で行った手術、および

* Tsuyoshi Watanabe
金沢大学医薬保健学域類心肺病態制御学
〒920-8640 金沢市宝町13-1

著者が兼任している東京医科大学にて行ったロボット手術72例を対象とした。その内訳は冠動脈バイパス手術関連に用いたもの50例（内胸動脈剝離術からTECAB（完全内視鏡下冠動脈バイパス術）まで、内胸動脈剝離術の中止1例を含む）、僧帽弁閉鎖不全症に対する僧帽弁形成術、心房中核欠損の根治術、左房内粘液腫切除術、そして右房腫瘍切除術の4術式22例である。用いた機種はIntuitive Surgical社の“da Vinci Surgical System Standard”である。金沢大学では3本アームのスタンダード、そして東京医科大学では4本アームを装備したスタンダードを用いた。バイパス手術にあたり初期例では左内胸動脈剝離術を16例、そして両側内胸動脈の剝離術を2例に行っている。内胸動脈剝離後は左前胸部の肋間開胸により開胸した後、通常のMIDCABと同様な手技にて冠動脈吻合を行う、いわゆる“ThoraCAB”については30例を行っている。そのうち完全にポートのみで行う完全内視鏡手術は2例に行った。

僧帽弁閉鎖不全症ならびに心内手術を要する疾患に関しては全身麻酔下、分離挿管後に大腿動脈および右の内頸静脈より脱血管を挿入し体外循環を行った。心停止は胸腔外より長い針を大動脈基部に挿入し、心停止液を注入した後に心内手術を行っている。僧帽弁形成術10例、三尖弁形成術1例、心房中隔欠損閉鎖術10例を行っている。なお、myxoma（左房粘液腫）は2例、右房内腫瘍が1例と続いている。

2. 結果

全例手術死亡はなく、大きな合併症を認めなかった。退院は心房中隔欠損群では平均2泊3日であった。またバイパス疾患群では退院は術後2日～1週間であった。

3. 考察

da Vinci surgical system

1994年より開発が進められていたda Vinci surgical systemは1998年にペールを脱いだ。もともとは湾岸戦争に応用可能な遠隔操作型のロボットを作るという目的で、アメリカのベンチャー企業であるIntuitive surgical社がベンチャーキャピタル出資を得て、初期投資が百億円、そして毎月3億円の巨費を投じてほぼ3年で完成した機械である。この機械の開発にあたってはMITならびにNASAの技術者が多数参加したと言われており、創業社長も外科医である点がこの機械を大きく発展させた原因であろう。また同時期にコンピューターモーション社よりZeusという機械が発売され、時代はロボットに進んでいく大きなドライビングホースとなった。また実際にZeusを用いて、ニューヨークからパリの患者を手術するという“リンドバーグ手術”が行われている。さて、それではda Vinci surgical systemはどのような疾患に応用できるのだろうか。

現在da Vinci surgical systemを用いて行われた手術は、全世界で28万件以上が報告されている。そのうち泌尿器科が最も多く20万例以上（約70%）、そして産婦人科、並びに外科手術では消化器外科などでも同様に行われており、心臓手術でも2万例以上が行われている。もともと冠動脈吻合のような奥深い術野での巧緻な作業を得意とすることを旗印として開発された機械であるので、かなり細かい作業ができる点が優れている。機構としては7自由度のサージカルアームを持ち、3次元の内視鏡と組み合わせることによりかなり巧緻な作業を可能とする。今回は心臓疾患、並びに消化器外科関係について若干述べることにする。

心臓疾患へのda Vinci surgical systemは1998年にドイツのライプツィヒ大学のDr. Mohr並びにパリ大学のCarpentierらによって2000年に発表された。術式は内胸動脈の剝離、そして冠動脈の心停止下の吻合である。心停止を得る方法としては、大腿動脈より大動脈内の遮断用のバルーンを挿入して大動脈を遮断し心筋保護液を注入したのち、冠動脈を切開して従来のように針と糸を用いて内胸動脈と左冠動脈前下行枝を吻合するという手技である。その後オフポンプでの完全内視鏡手術がda Vinciによって行われている。我々は1999年、世界に先駆けてda Vinciを用いずに

完全内視鏡下に冠動脈吻合を行い、LANCET誌に報告した。この時期より完全内視鏡を用いた冠動脈バイパス術の報告が相次ぎ、現在では多枝病変に対してもバイパス手術をする施設が出てきている。完全内視鏡の利点としては言うまでもないことであるが、小切開を行うだけで冠動脈バイパスを完遂し得るために胸骨の巨大な切開を必要とせず、また術後は胸骨の完治を待たずして術前と同様なADLが期待できるので、Quality Of Lifeは極めて良い。我々の試算によると、胸骨正中切開の手術後の術前の仕事への復帰はほぼ2～3か月かかるが、da Vinciを用いた完全内視鏡手術であれば術後3日で退院し、1週間でほぼ完全に肉体的労働を含めた社会復帰が可能となっている。この大きなQOLは内視鏡手術の特徴的なもので、何事にも代えがたい。多くの外科医も誤解しているが、単に入院期間や切開線の長さの比較では決まらないQOLについてはより良く認識すべきと思っている。また美容上の利点も欠かせない。特に女性であれば胸骨縦切開、並びに左開胸、右開胸などの大きな切開をしなくても済むために、正面から見るとほとんど傷がわからない点である。そして3点目としては退院の長さであり、結果的には医療費の削減につながる。

僧帽弁の形成術が増えてきた昨今、僧帽弁疾患においてもロボットは大きな威力を発揮する。僧帽弁手術は従来、正中切開で行う場合が多かったが僧帽弁の生理的な閉鎖不全状態を心停止下で観察することはなかなか難しい。なぜかという僧帽弁は正中切開から入る限り、切り立ったがけのような状態に位置しているために観察が難しいためである。我々は僧帽弁形成術を右開胸で行っているが、僧帽弁は右の胸腔から見ることで生理的な状態を観察でき視野的に良い。da Vinciを用いる僧帽弁形成術は経胸腔的にアプローチするためda Vinciの得意とする心臓手術の1つである。術野が深く、狭い術野で弁形成を行うこと、そして心室内の弁下部病変の観察や形成術に関しても威力を発揮する。最初に弁形成術を行ったのはCarpentierらで、1998年である。現在は心臓手術の僧帽弁閉鎖不全に対する形成術の割合は50%程まで増加しており（2007年3月まで）、アメリカなどでは将来的には僧帽弁の形成術はda Vinciによってほぼ行えるであろうことは間違いない。僧帽弁形成術をda Vinciで行うようになってから各種のデバイスやテクニックが開発されている。ループテクニックもその1つであり、事前に人工腱索をつけたプロジェクトを作ってお

き、乳頭筋に縫いつけ、より人工腱索再建を容易とする術式である。また僧帽弁リングを縫着するに際し、従来の縫合糸を必要とせずUクリップという特殊な糸で縫合する方法のデバイスも開発された。これらはロボット手術の幕開けと同時に開発され、一般の手術でも使われるようになった副産物といえる。このように新しい機械を用いて新しい術式が開発されると、その周辺に及ぼすドロッピング効果は大きなものがあ

る。その他、左房粘液腫や心房中隔欠損などより平易な手術に使われることも多く、その有用性が次第に報告されてきている。我々も僧帽弁閉鎖不全並びにバイパス手術、そして左房粘液腫などに用いてきたが入院期間の短縮や早期職場復帰そしてQOLの改善は著明でありその有用性が証明された。今後その発展が望まれる。

文献

- 1) Go Watanabe, Masao Takahashi, Takuro Misaki, Keijyu Kotoh Yoshio Doi. Beating-heart endoscopic coronary artery surgery. THE LANCET. 354 : 2131-2132.