

日本医師会雑誌 特別号 生涯教育シリーズ-74 Vol.137 特別号(1)

心血管疾患診療のエクセレンス

監修 矢崎義雄

編集 相澤義房／今泉 勉／島本和明／友池仁暢／永井良三／松崎益徳

発行 平成 20 年 7 月 1 日

日本医師会

〒113-8621 東京都文京区本駒込 2-28-16

電話(03)3946-2121(代表)

別 冊

渡邊 剛 (わたなべ ごう) 金沢大学医薬保健研究域医学系 /

石川紀彦 (いしかわ のりひこ) 東京医科大学心臓外科

渡邊 剛, 石川紀彦: トビックス——ロボットによる心臓手術の最前線. 矢崎義雄(監), 心血管疾患診療のエクセレンス, 日医雑誌 2008; 137(特別号<1>): S323-324

ロボットによる心臓手術の最前線

渡邊 剛/石川紀彦

■ 手術支援ロボットの歴史

心臓手術の低侵襲化は、低侵襲心臓手術 (minimally invasive cardiac surgery; MICS) や心拍動下バイパス手術 (off-pump CABG) という形から手術支援ロボットの導入によって、さらなる進歩がなされている。手術支援ロボットの開発は 1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて米国で始まり、NASA Ames Research Center と Stanford Research Institute が共同してその開発がなされてきた。1993 年には米国国防総省高等研究計画局 (Defense Advanced Research Project Agency; DARPA) のプログラムに遠隔ロボット外科研究が採用されたことにより、さらに開発が進み、da Vinci® Surgical System (以下 da Vinci®) (Intuitive Surgical 社, 米国) や ZEUS® (Computer motion 社, 米国) といったロボットが実現化された。しかし、その後 Intuitive Surgical 社が Computer motion 社を合併したことにより、今後は da Vinci® のみの開発がなされることとなった。

■ da Vinci® Surgical System

da Vinci® は、① Surgeon console, ② Surgical cart, ③ Vision cart の三つのコンポーネントから構成されるマスター・スレイブシステムを有する手術支援ロボットである (図 1)。Surgeon console に位置する術者は高解像度三次元モニター下に手元のハンドルを操作することで Surgical cart のアームに装着されたロボット鉗子 (Endowrist®, Intuitive Surgical 社) を直感的に動かすことができる。さらにその鉗子の動きにはコンピュータ制御による動作



図 1 da Vinci® Surgical System (Intuitive Surgical 社ホームページ。)

縮小機能、手振れ防止機能が付加されている。特筆すべきはロボット鉗子であり、先端は通常の内視鏡手術鉗子に手首の動きを加えた 7 自由度を有し、40 種類以上の形状が準備されている。これらの機能は深部での繊細な縫合、結紮を容易にし、高度な内視鏡手術を実現するだけでなく、特に心臓外科領域においては胸骨正中切開を用いない低侵襲内視鏡下心臓手術を可能とする。

■ ロボット支援下心臓手術

1998 年に初めて da Vinci® を用いた胆嚢摘出術が報告されて以来、心臓外科領域ではおもに僧帽弁形成術、内胸動脈剥離術、冠動脈バイパス術を中心に術式の開発がなされてきた。ロボット支援下僧帽弁形成術は 1998 年に Carpentier によって初めて施行され¹⁾、その直後に Mohr, Chitwood らが同様の術式を報告している。冠動脈外科領域においては、1998 年に Loulmet らが内胸動脈採取術を初めて報告し、同時に心停止下の完全内視鏡下冠動脈バイパス術 (totally endoscopic coronary artery bypass; TECAB) を施行している²⁾。心拍動下

の冠動脈バイパス術としては内視鏡下(両側)内胸動脈剥離術に伴う小開胸多肢バイパス術(multi-vessel small thoracotomy revascularization; MVST), および1999年にCichonによって初めて施行された心拍動下TECAB³⁾の報告がある。冠動脈吻合に関しては内視鏡手術用スタビライザーだけでなく新しい吻合デバイスの開発もなされているが, Srivastavaらは従来の針付き糸を用いずにナイチノール製の小型クリップを用いて, 心拍動下多肢TECABを行い良好な結果を報告している。そのほかの術式としては心房中隔欠損症(ASD)閉鎖術などの報告がある。

■ 国内におけるロボット支援下心臓手術

現在国内においては金沢大学, 東京医科大学, 国立循環器病センター, 九州大学の4施設がda Vinci[®]を有しており, ロボット支援下心臓外科手術は前3施設にて行われてい

る。金沢大学心肺・総合外科および東京医科大学心臓外科では協力して術式の開発を進めており, 金沢大学では2005年にロボット支援下内胸動脈剥離術から臨床使用を開始した。その後, 両施設で症例を重ね, 2007年4月には金沢大学にて国内初の完全内視鏡下僧帽弁形成術を, 2007年7月には東京医科大学において国内初の心拍動下完全内視鏡下冠動脈バイパス術を成功させている。

文 献

- 1) Carpentier A, Loulmet D, Aupeple B, *et al.*: Computer assisted open heart surgery. First case operated on with success. *C R Acad Sci III* 1998; 321: 437-442.
- 2) Loulmet D, Carpentier A, d'Attellis N, *et al.*: Endoscopic coronary artery bypass grafting with the aid of robotic assisted instruments. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 4-10.
- 3) Kappert U, Cichon R, Schneider J, *et al.*: Technique of closed chest coronary artery surgery on the beating heart. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 20: 765-769.