

本邦における補助人工心臓の現状とトピック

田ノ上, 禎久
九州大学病院心臓血管外科

富永, 隆治
九州大学医学研究院臨床医学部門循環器外科

<https://doi.org/10.15017/25405>

出版情報：福岡醫學雜誌. 103 (10), pp.191-198, 2012-10-25. 福岡医学会
バージョン：
権利関係：



総 説

本邦における補助人工心臓の現状とトピック

¹⁾九州大学病院 心臓血管外科

²⁾九州大学医学研究院 臨床医学部門 循環器外科

田ノ上 禎 久¹⁾, 富 永 隆 治²⁾

はじめに

補助人工心臓 (ventricular assist device : 以下 VAD) は, 機能の低下した心臓のポンプ機能の一部もしくは大部分を代行して, 心不全患者の全身の循環を維持することを目的とする. 本邦では 1980 年代初めから VAD の臨床応用が開始され, 1994 年には世界に先駆けて保険収載されるに至った. その後, 2011 年春からは, 日本で開発された植込型左心室補助人工心臓 (left ventricular assist device : 以下 LVAD) である EVAHEART 等が臨床使用可能になったが, それまでは 30 年前に開発された東洋紡製国立循環器病センター (国循) 型 VAD (現在はニプロ VAD) が実質的に唯一長期臨床使用の可能な VAD であった. 本邦での植込型 LVAD の適応は心臓移植への橋渡し (bridge to transplantation : BTT) に限定されているが, 現在, 急速な普及をみている. 本邦の LVAD の臨床成績は世界的にも突出して優れており, 更なる向上をめざし, 心臓移植代替治療としての永久植込み治療 (destination therapy : DT) の臨床導入が課題である.

1. 人工心臓の種類

人工心臓には完全置換型人工心臓 (total artificial heart : 以下 TAH) と補助人工心臓 (ventricular assist device : 以下 VAD) とがある. TAH は自己の心臓を取り除き, 人工心臓に置換するもので, 循環は完全に人工心臓に依存するシステムである. VAD は自己の心臓を温存し, 自己心機能と協調的に心拍出を補助するシステムである. VAD は左心室の補助を行う左心室補助人工心臓 (left ventricular assist device : 以下 LVAD), 右心室の補助を行う右心室補助人工心臓 (right ventricular assist device : 以下 RVAD), そして, 両心室の補助を行う両心室補助人工心臓 (bilateral ventricular assist device : 以下 BVAD) に分類される.

また, 生体と同じような拍動流を生み出す拍動流型人工心臓と脈のない流れを生み出す連続流型 (無拍動流型) 人工心臓に分類される. 拍動流型人工心臓はより生理的であるという長所が期待されるが, 血液ポンプの入口と出口に逆流防止のための人工弁が必要であり, 一回の拍出量を生体心臓のそれに近い値にする必要からそれだけの大きさの血液ポンプになるという問題点がある. その駆動装置も複雑さから小型化と耐久性に限界がある. 一方, 連続流型人工心臓は, 人工弁が不要で, 稼働部品が少ないため, 小型化, 耐久性などの点で著しく有利になるものの, 無拍動流という非生理的な循環が長期にわたって生体に及ぼす影響が懸念される.

詳細は後述するが, 現在, 臨床で使用されている人工心臓は連続流型の LVAD が大半であり, 慢性心不全症例のほとんどが左心系を補助すれば, 右心系は内科的加療で凌げるため, 左心室の補助を行う LVAD が主流である.

Yoshihisa TANoue¹⁾ and Ryuji TOMINAGA²⁾

¹⁾Departments of Cardiovascular Surgery, Kyushu University Hospital

²⁾Departments of Cardiovascular Surgery, Kyushu University Graduate School of Medicine
The Present Situation and Clinical Topics of Ventricular Assist Device in Japan

2. 連続流型（無拍動流型）VAD への期待

拍動流であるべきか、連続流でもいいのかと問われれば、生物が発生の時から心臓による拍動流による循環で生きてきたことを考えれば、人工心臓も拍動流であるべきとするのが当たり前の発想であり、後述する本邦で開発されたニプロ（東洋紡）VAD（図1）、ゼオンVAD、第一世代LVADのNovacorやHeartMate Iは拍動流型VADの代表である。

遠心ポンプや軸流ポンプなどの連続流型ポンプは、1990年頃より活発な研究開発が行われるようになった。その中で、仔ウシに左心系と右心系に2つの遠心ポンプを装着し、心臓を電氣的除細動状態にして、長期生存させ、連続流でも正常な全身状態を維持することが可能なことが示された^{1)~3)}。これらの基礎研究をもとに、連続流型ポンプは、小型、シンプル、低コストで、耐久性にも優れ、拍動流型ポンプの欠点を補うものとして期待され、次世代LVADはそのほとんどが連続流型ポンプとなった。連続流型LVADによる患者の生存は最長およそ8年にもおよんでおり、さらなる長期補助の可能性が期待される。

3. 本邦の補助人工心臓の種類と歴史

世界的には様々なVADが臨床使用されているが、つい最近まで本邦では旧型のニプロVADしか使用できない状況であった。世界とは違う特殊な事情を踏まえ、本邦の補助人工心臓に関して記述する。

本邦で開発された東洋紡製国立循環器病センター（国循）型VAD（図1）、および、日本ゼオン/アイシン精機製東京大学（東大）型VADは、1980年代初めから臨床応用が開始され、1994年には世界に先駆けて保険収載されるに至った⁴⁾。ゼオンVADは、現在、使用されていないが、東洋紡VADは、前述したニプロVADとして、現在も使用されている。2001年9月に、Abiomed社製のBVS5000も保険収載された。BVS5000はその内部が流入室と流出室に分かれ、脱血に落差方式を採用するなど特徴的な構造を有するが、装着中は臥床を余儀なくされるため、急性期、特に開心術後の人工心肺離脱困難例や経皮的心肺補助（percutaneous cardiopulmonary support : PCPS）からの離脱困難例など短期間の補助に使用されている。

2004年に、植込型LVADであるNovacorが保険適用となり、LVAD装着した状態での退院が可能になると期待されが、標準の日本人の体格には大きすぎるため使用できる症例が限られていた。さらに、装置のバージョンアップに本邦の認可が追いつかず、バッテリーの供給ができなくなり、実質的に臨床使用できなくなった。

2011年春に、2機種植込型LVADであるサンメディカル技術研究所のEVAHEART（図2）⁵⁾⁶⁾とテルモのDuraHeart（図3）⁷⁾⁸⁾が保険収載され、ようやく、本邦でも最新型のLVADの臨床使用が可能となった。2012年9月現在、DuraHeartはドライラインの問題のため新規植込みができない状況であるが、EVAHEARTは保険収載後のおよそ1年半でおよそ60台が臨床使用され、良好な結果を出している。

4. 本邦で臨床使用可能（予定）のVAD

1) 体外設置型補助人工心臓（Paracorporeal VAD）

一時的使用を目的として開発されたVADで、本邦で保険収載となっている体外設置型VADとして、ニプロVAD（図1）とAbiomed社製のBVS5000がある。

ニプロVADによる左心補助の場合、左室心尖部に縫着したカフに脱血管を挿入し、送血管の人工血管を上行大動脈に端側吻合する。右側左房から脱血も可能であるが、現在はほとんど用いられていない。また、右心補助では右房脱血、主肺動脈送血となる。送脱血カニューラ他端を肋骨弓下から体外へ導き、腹壁上に設置した血液ポンプに接続する。この血液ポンプは駆動チューブにより駆動装置につながるため、VAD装着患者の活動は制限されるが、リハビリも施行でき、長期の使用が可能で、4年以上の補助例もみられる。1台の駆動装置で左心補助、右心補助のどちらかしかできず、両心補助の場合は、2台の駆動装置が必要である。このニプロVADは30日使用で製造販売承認されており、それ以上の長期使用は病院および医師の責任で行われているのが現状である。

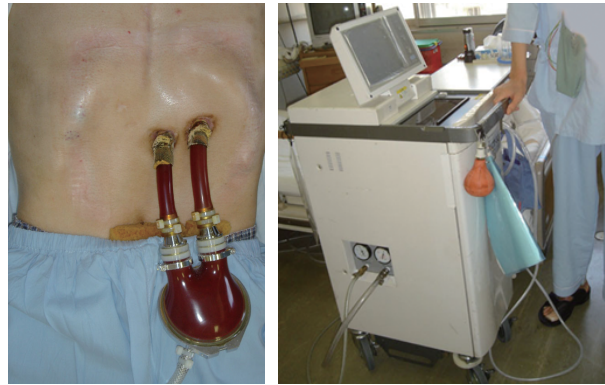


図1 ニプロ VAD (東洋紡 VAD)

30年以上前に、国立循環器病センターで開発された空気駆動式の体外設置型 VAD。2011 年春以前は、唯一の“長期使用可能な”VADであったが、添付文書には 30 日の使用期限が明記されている。送脱血カニューラ他端を肋骨弓下から体外へ導き、腹壁上に設置した血液ポンプに接続する。この血液ポンプは駆動チューブにより駆動装置につながるため、装着患者の活動は大きく制限される。

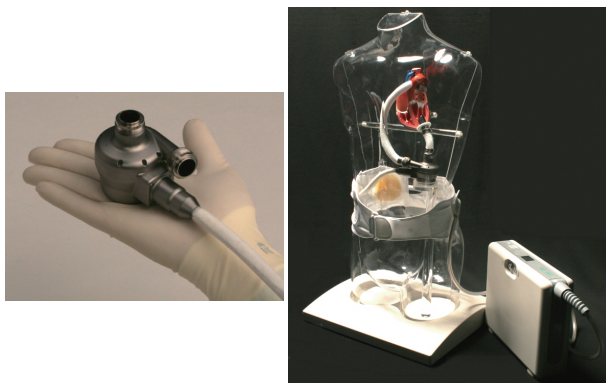


図2 EVAHEART⁵⁾⁶⁾

本邦で独自に開発された植込型 LVAD。独自のケールシールシステムによる長期耐久性を確保し、最大流量 20 L/min の強力な循環補助能を有する。



図3 DuraHeart⁷⁾⁸⁾

本邦で原理が考案された磁気浮上型遠心ポンプ型の植込型 LVAD。優れた抗血栓性と低溶血性を有する。

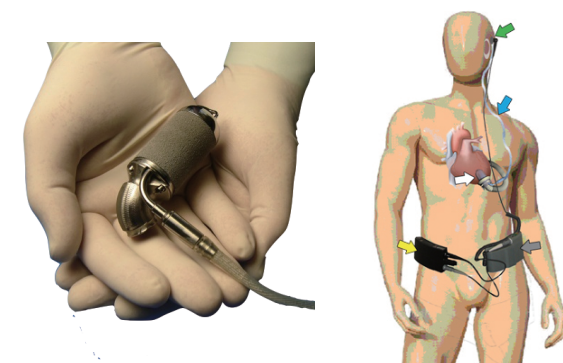


図4 Jarvik 2000⁹⁾¹⁰⁾

ポンプ本体自体が心室内に植込まれる軸流型の植込型 VAD。小さな体格の患者にも植込みに有利で、RVAD も可能である。

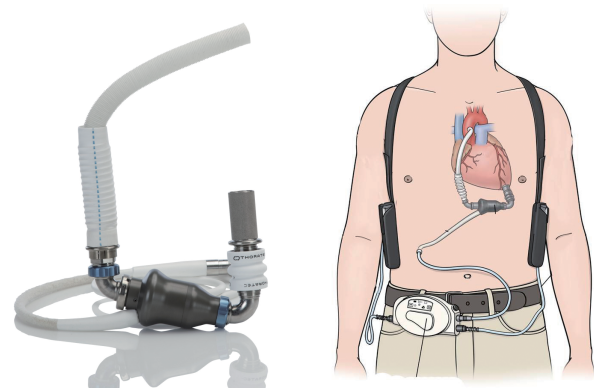


図5 HeartMate II¹¹⁾¹²⁾

代表的な軸流型の植込型 LVAD。最も臨床実績のある LVAD で、世界で 10,000 例以上の実績を有する。

BVS5000 は、左心補助では右側左房脱血，上行大動脈送血，右心補助では右房脱血，主肺動脈送血で，血液ポンプを体から離れてベッドサイドに設置する．一台の駆動装置で，両心補助が可能で，通常2週間程度の補助に用いられる．今後，同 Abiomed 社製の AB5000 が臨床使用可能になる予定である．

2) 植込型補助人工心臓 (Implantable VAD)

長期 (数か月以上) の使用を想定して開発が進められたシステムで，ポンプを体内に設置し，ドライブラインを体外に導き，コントローラとバッテリーに接続して使用する．左室心尖部に脱血管を挿入・縫着し，送血管の人工血管を上行大動脈に端側吻合する．在宅復帰プログラムが可能で，体外設置型 VAD と比べて，患者の QOL は極めて高いものとなる．現在，我が国で開発された植込型 LVAD であるサンメディカル技術研究所の EVAHEART (図 2)⁵⁾⁶⁾ が臨床使用可能であり，今後，左室心尖部に軸流ポンプを留置する Jarvik 2000 (図 4)⁹⁾¹⁰⁾，世界でもっとも使用されている軸流ポンプである Thoratec 社製の Heart-Mate II (図 5)¹¹⁾¹²⁾ が臨床使用可能になる予定である．

5. LVAD の適応

LVAD の装着は，内科的治療，大動脈内バルーンパンピング (intraaortic ballon pumping : IABP)，PCPS による補助を行っても改善がみられなくなった時点で施行する．循環動態が破綻した状態での VAD の導入は予後不良であり，導入のタイミングを逃さないよう注意する必要がある．治療抵抗性心不全，いわゆる，ステージ D 心不全の患者にいつ VAD を植込むかの適切な判断のために，循環器内科と心臓血管外科医の連携は不可欠である．本施設，九州大学病院においては，2006 年 4 月に循環器内科と心臓血管外科の病棟，手術室，ICU，CCU，心臓カテーテル検査室，心臓超音波検査室を同フロアの 3 階に集約させたハートセンターが設立され，2009 年 9 月に同フロアに循環器内科と心臓血管外科の診察室を集約した外来棟がオープンし，心不全を含む循環器系疾患の患者を同一フロアで加療できる体制を整えている．

本邦において，ニプロ VAD しか臨床使用できなかった時は，VAD は心臓移植への橋渡し (bridge to transplantation : BTT) か，自己心の回復への橋渡し (bridge to recovery : BTR) として用いられてきた．植込型 LVAD の保険適応は BTT に限定されてはいるが，今後，心臓移植代替治療としての永久植込み治療 (destination therapy : DT) としても用いられるようになって考えられる．急性心筋梗塞や劇症型心筋炎に続発する心原性ショックや心肺蘇生後の症例に対し，初めから植込型 LVAD の装着はできないため，ニプロ VAD や BVS5000 等の体外設置型の短期使用型 VAD を装着した後，全身状態の回復を見てから植込型 LVAD に移行すべきかどうか判断する VAD 治療を “bridge to decision : BTD” という．移行すべきと判断され，短期使用型 VAD から長期使用型としての植込型 LVAD に移行する VAD 治療を “bridge to bridge : BTB” といい，本施設でも，他県から IABP と PCPS が装着された状態でのヘリによる緊急搬送の当日にニプロ VAD を装着し，全身状態が安定した後，EVAHEART を装着した心サルコイドーシスの 1 例を経験している．

6. LVAD 装着後の管理

1) 急性期の管理

LVAD の装着が必要な症例は，重症末期の心不全状態であるため，術前状態が不良な症例が多い．凝固線溶系の障害，肝機能障害，腎機能障害，感染には注意が必要である．肝不全を克服するためには 2.5 L/min/m² 程度の心拍出力，つまり，ポンプ流量が必要で，腎不全では 2.8 L/min/m² 程度，重症感染症を併発している場合は 3.0 L/min/m² 程度が必要とされる¹³⁾．そのポンプ流量を維持するために，循環血液量を適切に管理することが肝要であるが，右心不全の顕在化に注意を払う．LVAD 装着時は，凝固線溶系の障害から，大量の輸血を要することが多いが，輸血は肺血管抵抗上昇に関与し，右心不全を増強させる可能性があるため十分に注意する．また，心タンポナーデの有無の確認が重要で，心臓エコー検査，胸部

CT 検査による確認が必要である。ポンプ流量の確認は Swan-Ganz カテーテルによる評価と、植込型 LVAD の場合はシステムの表示する値を参考にする。ニプロ VAD にはそのような機能はないので、本施設ではカニューラに超音波流量計を装着して流量を評価している。右心不全のために十分なポンプ血流が維持できない場合は、PDEIII 阻害薬、ドブタミン、一酸化窒素吸入などの薬物療法を行うが、これらの治療に対する反応が十分でなければ、右心室の補助、すなわち、RVAD を行う必要がある。

VAD は人工物であるので、抗凝固療法が必要である。LVAD 装着術中は体外循環下にヘパリンが使用されるが、体外循環より離脱後にプロタミンで中和して止血を行う。止血確認後、可及的早期にヘパリンの持続投与を開始する。経口摂取が可能になってから、ワーファリンと抗血小板剤による抗凝固療法を開始する。ワーファリンのコントロールは PT-INR 値で管理するが、目標値は装着した LVAD によって大きく異なる。本施設では、ニプロ VAD を LVAD として使用した場合の PT-INR 目標値を 3.0-4.5 としている。適正值には症例差があり、4.0 以上に保っても血栓形成を繰り返す症例もあり、時にその管理に難渋する。EVAHEART の場合は 2.5-3.0 前後、DuraHeart の場合は 2.0-2.5 で管理が可能で、植込型 LVAD の場合は、ニプロ VAD に比べて、コントロールが格段に容易である。抗血小板剤はアスピリンの投与を原則とし、必要に応じ、チクロピジンやクロピドグレルの併用を行っている。

2) 慢性期の管理

本施設では、LVAD の駆動状態の確認を、医師と人工心臓管理技術認定士を含む臨床工学技士とが連携して毎日行っている。ニプロ VAD に関しては、血栓の有無、連結部の確認も行っている。

LVAD 装着患者の管理の特殊性として、人工物が慢性的に皮膚を貫通していることがある。ニプロ VAD の場合は、送血、脱血のための太いカニューラが皮膚を貫通し、体外の血液ポンプに連結される。植込型 LVAD の場合は体内の血液ポンプと体外のコントローラ、バッテリーとを繋ぐドライブラインが皮膚を貫通する。この皮膚貫通部の管理が LVAD 装着患者の予後と QOL を大きく左右する。本施設ではニプロ VAD を LVAD として装着する場合、カニューラ皮膚貫通部の皮膚感染が、深部感染、敗血症へ増悪するのを予防する目的で、カニューラは腹腔内を通過するように留置固定している。ニプロ VAD カニューラ皮膚貫通部、植込型 LVAS のドライブライン皮膚貫通部の管理は、極力消毒を行わずに洗浄中心とし、WOC スタッフ、看護師の協力下に LVAD 装着後早期から積極的に水道水によるシャワー浴を行っている。滅菌水や生理食塩水は使用していない。

抗凝固療法は VAD が装着されている限り、継続する必要がある。それに関連するリスクとして最も深刻なものが脳神経系の合併症である。脳梗塞、脳出血が緊急性の高い合併症であることは言うまでもなく、頭痛、めまい、手足のしびれ等の患者の些細な訴えを見逃さずに、直ちに頭部 CT 検査を行うことは肝要である。脳梗塞は血液ポンプ内、脱血管や送血管内、左心室内、特に脱血管の周囲に生じた血栓によって引き起こされる。脳出血は抗凝固療法に関連するものだけでなく、脳梗塞後出血、頭部外傷が原因となる。感染性脳動脈瘤破裂も原因になるが、急速に病状が悪化するため迅速な対応が必要となる。まず、PT-INR 値の早急なリバースのために、新鮮凍結血漿と血液凝固第Ⅸ因子を投与する。本施設では、脳神経外科に依頼して、積極的に開頭ドレナージを行う方針としている。ニプロ VAD 装着中に、重度の脳出血を合併したが、速やかな PT-INR 値のリバースと開頭ドレナージにより救命し、その後、VAD より離脱し、退院できた症例を経験している。

急性期を過ぎ、循環動態、全身状態が安定次第、可及的早期にリハビリテーションを開始する。離床のための訓練（自力坐位～立位）から始め、全身状態を評価しつつ負荷を加えていく。ニプロ VAD が装着された状態でも、退院はできないが駆動装置を押しながらの歩行は可能で、長距離歩行、エルゴメーターなどのリハビリテーションを継続して行い、ADL の向上を図る。植込型 LVAD 装着患者は退院が可能であり、在宅復帰プログラムを医師、看護師と臨床工学技士の連携で行う。患者が一般病棟に転棟後、リハビリテーションと同時に在宅復帰プログラムを開始する。院内トレーニングとして、機器の取り扱いトレーニングと実技試験と筆記試験による評価、ドライブライン皮膚貫通部ケアトレーニングと評価、緊急

時の対処トレーニングと評価を患者本人だけでなく介護者にも行う。院外トレーニングとして、医師、臨床工学技士（原則、人工心臓管理技術士）を伴う外出（A段階）、医療スタッフを伴わない外出（B段階）を行い、その後、医療スタッフを伴う一時帰宅を行い、同時に在宅療養環境の確認を行う（C段階）。医療スタッフを伴わない2泊3日の外泊（D段階）を終了して、在宅医療に移行する。外来診療も内科医、外科医、WOCスタッフ、看護師と、人工心臓管理技術認定士を含む臨床工学技士の連携を継続している。

VAD患者は、ニプロVADの症例では特に、植込型LVADの症例でも、長期の移植待機期間中に行動が制限され、これに現在の病状・将来の移植に対する不安が加わって大きな精神的ストレスを感じている。術前状態が不良であったニプロVADの症例の中には、本人意思を十分に確認できないまま装着に踏み切らざるを得ない症例もあり、術後早期の精神状態を増悪させる一因となる。本施設では、術後早期より精神科リエゾンチームと連携し患者ケアにあたっている。

7. LVADの成績

日本臨床補助人工心臓研究会の2010年度補助人工心臓レジストリーによれば、本邦では約1,200例のVAD症例があり、その大部分が体外設置型VADであり、ニプロVADがその大半を占める。本邦の心臓移植は、およそ9割の症例がBTT症例であり、補助期間は2-3年におよび、4年以上VADが装着された後、ようやく移植に至った症例もある。欧米のBTT期間は3-6ヶ月であるので、本邦のBTT期間は、欧米のDT期間に匹敵する。

本施設における、心臓移植をめざしニプロVADをBTTとして装着された16症例の生存率は3ヶ月100%、6ヶ月94%、1年88%、2年56%、3年49%であり、VADに関連する深部感染の非感染率は3ヶ月88%、6ヶ月81%、1年56%、2年44%、3年38%であった。症例数が少なく、単純な比較はできないが、新規臨床導入（予定）の植込型VAD症例9例の死亡例はなく、1例が心臓移植を終了し、7例が外来通院をしながら移植待機中であり、最近の1例が在宅復帰プログラム中である。また、短期的な抗生剤投与を要した局所的なドライライン皮膚貫通部感染を4例に認めたが、深部感染は起こしていない¹⁴⁾。ニプロVAD装着後、移植に到達できなかった9例中7例において、植込型VADが臨床使用可能であったのなら予後が改善されたことが予想される。短期使用型として開発されたニプロVADをBTTとして長期使用することは、主に心臓移植認定施設を中心に行われてきたが、いずれの施設も、本施設と同等の臨床結果を報告しており¹⁵⁾⁻¹⁷⁾、これは、世界で最も臨床使用されている植込型HeartMate IIの臨床結果に匹敵する優れた結果である¹⁸⁾。植込型LVADが保険収載され臨床使用可能になってから、まだ2年も経過していないため、学会や研究会等での発表からの情報だけであるが、植込型LVADを装着された患者のほとんどが退院でき、良好な臨床結果が出つつある。本邦の各施設が、ニプロVADから得た臨床経験を生かして、新規臨床導入（予定）の植込型LVADの臨床効果を最大限に引き出すことが期待される。

前述したが、VAD導入のタイミングを逸しないことが、VAD装着後の予後を大きく左右するが、様々な理由で、導入が遅れ、循環動態が破綻し、全身状態が不良な状態でVAD装着を行わざる負えない症例が存在する。本施設では、今後、そのような、いわゆるCrash and burnの症例に対しては、BTDとして短期使用の目的でニプロVADを装着し、BTBとして植込型VADに移行する治療戦略を行っていく方針である。

8. 今後の展望と課題

植込型LVADが保険償還され、本邦でもようやく重症心不全治療の選択肢が欧米に近づくことができた。しかし、植込型LVADの適応はBTTに限定されており、心臓移植代替治療としてのDTは認可されていない。本邦の心臓移植の適応年齢が60歳未満であるため²⁰⁾、60歳以上の症例は、植込型LVADの保険適応がない。植込型LVADと心臓移植の適応が同一であることが問題であるが、今後、年齢に関する改正、DT適応の保険償還について、議論されるものと考えられる。

もう一つの課題は、小児用VADの臨床導入である。現在、本邦で臨床使用できる小児用VADはない

が、欧米で標準的に臨床使用されている Berlin Heart 社製 Excor¹⁹⁾の臨床治験が進行中で、まもなく、本邦でも臨床使用が可能になる予定である。

おわりに

本邦の VAD の現状とトピックに関し、九州大学病院ハートセンターにおける経験をふまえ概説した。重症心不全患者に対する VAD 治療は、心臓血管外科領域の中で最も躍進的領域の一つであり、今後も引き続き新たな発展が期待される。

参 考 文 献

- 1) Tominaga R, Smith WA, Massiello A, Harasaki H and Golding LA : Chronic nonpulsatile blood flow. I. Cerebral autoregulation in chronic nonpulsatile biventricular bypass : carotid blood flow response to hypercapnia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 108 : 907-912, 1994.
- 2) Tominaga R, Smith WA, Massiello A, Harasaki H and Golding LA : Chronic nonpulsatile blood flow. II. Hemodynamic responses to progressive exercise in calves with chronic nonpulsatile biventricular bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 111 : 857-862, 1996.
- 3) Tominaga R, Smith WA, Massiello A, Harasaki H and Golding LA : Chronic nonpulsatile blood flow. III. Effects of pump flow rate on oxygen transport and utilization in chronic nonpulsatile biventricular bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 111 : 863-872, 1996.
- 4) Takano H and Nakatani T : Ventricular assist systems : experience in Japan with Toyobo pump and Zeon pump. *Ann Thorac Surg* 61 : 317-322, 1996.
- 5) 山崎健二 : 本邦発の次世代型補助人工心臓 EVAHEART. *循環制御* 29 : 50-55, 2008.
- 6) 西中知博, 齋藤聡, 津久井宏行, 山崎健二 : 植込み型補助人工心臓 EVAHEART LVAS. *心臓* 43 : 847-852, 2011.
- 7) 野尻知里 : 植込型補助人工心臓 DuraHeart. *Clinical Engineering* 2008 ; 19 : 644-653.
- 8) 小野稔 : DuraHeart. *心臓* 2011 ; 43 : 853-858.
- 9) Westaby S, Banning AP, Jarvik R, Frazier OH, Pigott DW, Jin XY, Catarino PA, Saito S, Robson D, Freeland A, Myers TJ and Poole-Wilson PA : First permanent implant of the Jarvik 2000 Heart. *Lancet* 356 : 900-903, 2000.
- 10) 坂口太一 : Jarvik 2000. *心臓* 43 : 859-864, 2011.
- 11) Miller LW, Pagani FD, Russell SD, John R, Boyle AJ, Aaronson KD, Conte JV, Naka Y, Mancini D, Delgado RM, MacGillivray TE, Farrar DJ and Frazier OH ; HeartMate II Clinical Investigators : Use of a continuous-flow device in patients awaiting heart transplantation. *N Engl J Med* 357 : 885-896, 2007.
- 12) 戸田宏一 : HeartMate II. *心臓* 43 : 865-870, 2011.
- 13) Nishimura M, Nishimura T, Ishikawa M, Masuoka A, Okamura N, Abe K, Matsuoka T, Iwazaki M, Imanaka K, Asano H and Kyo S : Importance of luxury flow for critically ill patients receiving a left ventricular assist system. *J Artif Organs* 9 : 209-213, 2006.
- 14) 田ノ上禎久, 肥後太基, 山村健一郎, 原寿郎, 砂川賢二, 富永隆治 : 九州大学病院ハートセンターにおける心臓移植, 補助人工心臓の現状. *心臓* (in press)
- 15) 小野稔 : 心臓移植待機患者の管理. 体外式補助人工心臓 (東洋紡国立循環器病センター型) 装着患者について. *心臓* 42 : 4-8, 2010.
- 16) Sasaoka T, Kato TS, Komamura K, Takahashi A, Nakajima I, Oda N, Hanatani A, Mano A, Asakura M, Hashimura K, Niwaya K, Funatsu T, Kobayashi J, Kitamura S, Shishido T, Wada K, Miyata S, Nakatani T, Isobe M and Kitakaze M : Improved long-term performance of pulsatile extracorporeal left ventricular assist device. *J Cardiol* 56 : 220-228, 2010.
- 17) Saito S, Matsumiya G, Sakaguchi T, Fujita T, Kuratani T, Ichikawa H and Sawa Y : Fifteen-year experience with Toyobo paracorporeal left ventricular assist system. *J Artif Organs* 12 : 27-34, 2009.
- 18) Slaughter MS, Rogers JG, Milano CA, Russell SD, Conte JV, Feldman D, Sun B, Tatrooles AJ, Delgado RM 3rd, Long JW, Wozniak TC, Ghumman W, Farrar DJ and Frazier OH ; HeartMate II Investigators : Advanced heart failure treated with continuous-flow left ventricular assist device. *N Engl J Med* 361 : 2241-2251, 2009.
- 19) Almond CS, Buchholz H, Massicotte P, Ichord R, Rosenthal DN, Uzark K, Jaquiss RD, Kroschwitz R, Kepler MB, Lobbestael A, Bellinger D, Blume ED, Fraser CD Jr, Bartlett RH, Thiagarajan R, Jenkins K. Berlin Heart EXCOR Pediatric ventricular assist device Investigational Device Exemption study : study design and

rationale. Am Heart J 162 : 425-435. e6, 2011.

20] 日本循環器学会心臓移植委員会. 心臓移植の適応 <http://plaza.umin.ac.jp/~hearttp/>

(参考文献のうち、数字がゴシック体で表示されているものについては、著者により重要なものと指定された分です.)

プロフィール

田ノ上 禎久 (たのうえ よしひさ)

九州大学病院心臓血管外科講師, 医学博士

◆**略歴**: 1964年, 宮崎県に生まれる. 1983年, 宮崎県立宮崎西高等学校理数科卒業. 1990年, 九州大学医学部卒業. その後, 福岡浜の町病院, 九州大学医学部附属病院, 福岡市立こども病院, 松山赤十字病院, 九州厚生年金病院, 麻生飯塚病院に勤務. その間, ベルギー王国ルーベエン・カトリック大学ポストドク研究員として留学. 1999年, 九州大学医学博士号取得. 2003年, 九州大学心臓血管外科助教(助手), 2010年, 九州大学大学院医学研究院講師兼任, 2011年, 九州大学心臓血管外科講師, 現在に至る.

◆**研究テーマと抱負**: 心力学を研究テーマとして, 様々な心臓手術前後の心機能を評価して, 病態のメカニズム, 治療効果を検討しています. 心臓外科の手術は患者さんにとっては命をかけた手術であり, 手術のたびに責任の重さを感じる一方で, それだけにこの仕事にやり甲斐を感じております. 九州大学病院は九州唯一の心臓移植認定施設であり, 本稿で記述した植込型補助人工心臓実施施設でもあります. このような発展的な施設の心臓外科スタッフであることに誇りを感じると共に大きな責任を感じ, 日々努力しております.

◆**趣味**: 登山, 写真