

## 小児領域での心臓移植を目的とした体外式補助心臓の限界

埼玉医科大学小児心臓科

小林 俊樹

## 1. はじめに

末期心不全の特発性拡張型心筋症症例において、最終的な延命治療である心臓移植を望んだ場合、国内待機と渡航移植のいずれを選択しても長い待機時間や過酷な海外渡航が要求される。このために近年、小児症例でも国循環体外式補助心臓(VAS)を装着する症例が増えている。埼玉医科大学でも今年に入り2症例にVASを装着した。1例はドイツに渡航して移植待機中であり、他の1例は現在米国に渡航準備中である。少ない数であるが、2症例に当院の成人症例を加えて、心臓移植を目的とした長期VAS装着が可能な小児症例の限界について検討を行った。

## 2. 症例 1

10歳、VAS装着時体重は22kgであった。転院時に肝うっ血により総ビリルビン(TB)が2.2mg/dlと上昇しており、多剤カテコラミンの投与にてTBは一時的に1.6mg/dlまで低下したものの、再び3.5mg/dlまで再上昇を示した。また一度消失していた心室内血栓も出現したために、この時点で限界と判断しVASを装着した。利尿剤とワーファリン、ACE阻害剤、ピモベンダンの経口投与のほかに、フロセミドとD-マンニトールの持続静脈内投与を行い、1,200ml/日程度の尿量があり、クレアチニン0.59mg/dl、BUN20.1mg/dlであった。β遮断剤の投与は不可能であった。VAS装着後2週間TB0.5mg/dlまで回復した。成人では心臓とVASをつなぐチューブに流量計を接続し拍出量を計測可能であるが、体が小さくチューブが短くなるために計測が困難であった。またポンプの拍動状態をみると体が小さいためか、脱血が不十分でポンプの拍動腔が本来の60%程度の拡張しかできないために、1回拍出量の低下が観察された。この状態は設定の変更を試みても変化なかった。このためにポンプ内に血栓がすぐ形成され、装着後渡独するまでの1カ月間に2回のポンプ交換を必要とした。これは渡独後も変わりなく、4カ月で5回のポンプ交換を必要としているとの報告を得ている。加えて、血栓によると推察される消化管虚血からの機能不全を合併し、十分な経口摂取が困難な状態に陥っている。血栓症が中枢神経系に起こっていないだけ幸いと考えなければいけない。

## 3. 症例 2

14歳、VAS装着時体重39.8kgであった。他院で10年にわたり利尿剤、ACE阻害剤、β遮断剤、ジゴキシンを投与されていた経過があり、カテコラミン使用歴がすでであった。搬送の影響か、転院後にTBは急上昇を示し、ピモベンダンの内服と多剤カテコラミンの投与にて3.0mg/dlまで上昇したためにVASを装着した。クレアチニン0.85mg/dl、BUN32mg/dlまで上昇していた。この症例では脱血はスムーズでポンプはほぼフルストロークで稼働可能であり、装着後3カ月半を経過するがポンプ交換は1回のみであり、アスピリン腸溶錠、ワーファリンの経口投与のみで凝固系の管理が可能となっている。現在はリハビリを行いながら渡米準備中である。

埼玉医科大学にて2000年以降にVASを長期装着した成人症例は14例であるが、平均で3.0カ月に1回のポンプ交換が行われていた。39kgの症例2は成人とほぼ同じ頻度であるが、症例1ではポンプ交換頻度は高いといえる。

## 4. 考案

症例1は感染のコントロールが十分についているにもかかわらず頻回なポンプ交換が必要となっている原因として、脱血がポンプの容量に比して少ないために、1回拍出量が低下し血栓形成しやすい状態になっていると推察される。

小児症例における補助循環システムはextracorporeal membrane oxygenation(ECMO)が主体であった。ECMOはかなりの年少症例まで補助可能であるが、人工肺を使用するためにより凝固系を低下させる必要があり、長期補助は困難である。また肺血流が減少するが左室の拍出血液量が0にならないうえ、ECMOから大動脈に返血される圧が高負荷の上昇を招くともいわれている<sup>1)</sup>。いずれにしても心臓移植を見据えた長期的な補助としてECMOは不適切であり、VASを選択するしか方法がない。われわれが植え込みを行った症例1は当時としては最小体重の症例であった

が、装着により循環不全から離脱し、渡独が可能となった。この実績より20kg程度でも使用可能と判断していたが、現在までの症例1の経過をみると長期使用にやはり問題があると考えている。国循環型VASではやはり30kg程度の体重がないと、ポンプの1回拍出量が減少してしまい、血栓形成が増え、頻回のポンプ交換が必要になると考えられた。今回の17kgの症例がどのように経過していくか関心を持ってみているところである。

ドイツには以前に筆者がEditorial Commentでレポートしたように小児や乳幼児を対象とした体外式拍動型VASが存在する<sup>2)</sup>。しかし血栓の問題が極めて高く、実用には即していないようである。また仮に実用可能なものであっても、本邦で使用可能となるには気の遠くなるような時間が必要である。現在使用されている国循環型VASは1980年より臨床使用が試みられているもので、世界的にみるとかなり時代遅れといわれている<sup>3)</sup>。当初は左房脱血で設計されていたが、この方法では脱血が不十分となり、左室内血栓を高頻度に起こすなどの問題があったために、現在は左室心尖部脱血となっている。このためにポンプを表裏逆さに装着することとなってしまった。ポンプ内の血栓を確認する際に、いちいちポンプを裏返してみるなどの不都合がある。これはin flowとout flowの弁を逆さに付け替えれば解決することであるが、こんな些細な変更さえ治験などの莫大な手続きが要求されるために実現に至っていない。現在、EVAHEART™と呼ばれる埋め込み型VASの国内治験を行う準備を進めている<sup>4)</sup>。このポンプ本体はかなり小さく、20kg程度の症例でも十分に埋め込み可能な大きさとなっており、長期埋め込みを前提として作られている。同新型VASに期待を託しているわけであるが、昨今の状況をみるとかなりの時間が必要と推察される。

## 【参考文献】

- 1) Duncan BW: Mechanical circulatory support for infants and children with cardiac disease. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 1670–1677
- 2) 小林俊樹: 小児末期心不全に対する機械的補助循環. *日小循環誌* 2003; 19: 439
- 3) 中谷武嗣: 心不全の外科的治療 補助循環・左室形成術・心臓移植. 心不全治療の最前線. *日医雑誌* 2003; 130: 79–85
- 4) 山崎健二: 次世代型補助人工心臓EVAHEART™による末期重症心不全症のDestination Therapy. *埼玉医科大学雑誌* 2004; 31: 82