

小児開心術における麻酔管理 ～経食道心エコー法の重要性と問題点～

増田 裕一郎*, 野村 実**

はじめに

近年心臓手術における麻酔方法やモニター、循環補助法などの進歩はめざましく、その恩恵から小児の開心術においても手術の重症化、低年齢化が進んでいる。特に、先天性心疾患の麻酔管理は専門的な知識や技術が要求されるため、習熟するためには必然的に時間や経験を要する。小児開心術の周術期管理は循環生理とその代償機構を理解し血行動態のバランスを崩さないことが原則である。そのためには各疾患の特殊性を理解するとともに全身状態の把握、適切な麻酔方法、手術および施設に見合った術後管理が要求される。成人開心術において普及している経食道心エコー法(以下 TEE)は小児開心術においても今後モニターとしての役割をいっそう増してくると考えられる。

小児領域における TEE の報告は年々増加しているように思うが、日本では麻酔科医がそれを使用している施設は少ないと思われる。東京女子医科大学では小児心臓手術において1999年11月より本格的に TEE を導入し麻酔管理上積極的に利用している。しかし、小児開心術において麻酔科医が TEE を使用して管理するには様々な問題がある。実際直面している問題点やその対策、今後の課題について考えてみたい。

東京女子医科大学 (Tokyo Women's Medical University, 以下 TWMU) の日本心臓血圧研究所

(The Heart Institute of Japan, 以下 HIJ) における1999年度の心臓麻酔症例は成人483例、小児367例であった。

図1に小児の診断別症例数(8例以上の疾患)を示すが大血管転位症(TGA)や単心室(SV)などの複雑心奇形症例が多い事がHIJの特徴といえる。実際1999年度のArterial switchは20例、Fontan型手術は22例であった。Arterial switchのほとんどは新生児期に一期的に行っており、その管理のポイントは急性左心不全やPH crisisを予防する目的で人工心肺離脱時に大量のニトログリセリンを投与することである¹⁾。また、Fontanの麻酔管理は人工心肺離脱を中等度低体温(34度前後)で行い術後ICUにて数時間かけて復温している。これは昨今の早期抜管とは多少方向性が異なるため術後も麻薬、筋弛緩薬、鎮静薬などを必要とすることがある。低体温による肺血管抵抗増加のためか人工心肺離脱時には若干繊細な管理が要求される。いずれの症例においても小児麻酔及び先天性心疾患の麻酔管理に精通していることが

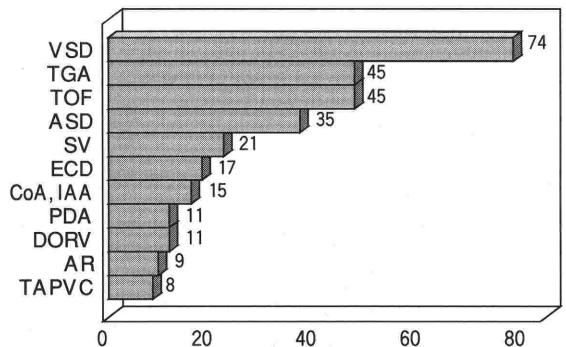


図1 診断別症例数

*東京女子医科大学麻酔科学教室
(現神戸大学医学部麻酔科学教室)

**東京女子医科大学麻酔科学教室

前提である。

小児を扱う施設は年々症例の低年齢化,重症化,専門化していると思われるが,ここで一般小児病院である兵庫県立こども病院 (Kobe Children's Hospital,以下 KCH) と全体像を比較してみた (図2, 3)。TWMU は心臓麻酔を含めて全体で年間約7000例の症例があり麻酔科医の人数を考慮すると, 1歳未満の症例や心臓麻酔症例の anesthetic volume が少ないと思われる。もともと小児循環器領域は専門性が高いため若い麻酔科医にとってはさらに敷居が高くなりがちである。そこで著者らはその専門性や経験を補うべく小児領域にも積極的に TEE を導入した。客観的に心臓を評価することで先天性心疾患を身近にし, それまでの圧モニターと併用することで適切な術中診断及び治療に反映させることができると考えたからである²⁾。エコー本体の台数やプローブの太さに制限があるため, 体重5kg以上で重症例や修復後の評価が特に必要な症例に優先的に TEE を挿入した。

図4に胸壁エコーで可能な心機能評価方法を挙げてみた³⁾。理論上これらは術中でもモニターできる可能性はあるが, 現実には後述するような様々な問題点がある。

- Mモード
 - 短軸像での心室径 Dd, Ds
 - 左室容積の評価 Pombo 法など
 - SV, CO, LVEF, LVSTI (LV systolic time interval=PEP/ET)
- Bモード
 - 左室内径短縮率 FS
 - 左室駆出率 EF
 - 左室内腔面積変化率 FAC
 - Acoustic quantification AQ 法
 - Color kinesis CK
- Doppler 法
 - PET/ET
 - SV, CO
 - dP/dt

図4 心機能の評価

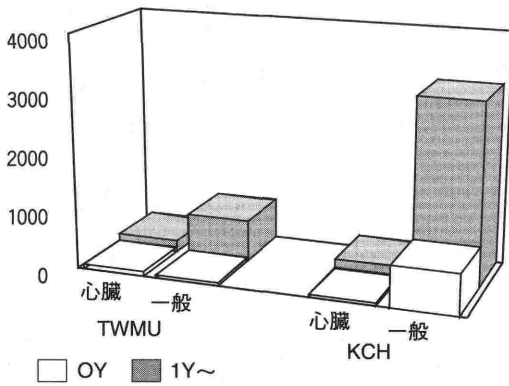


図2 TWMU & KCH

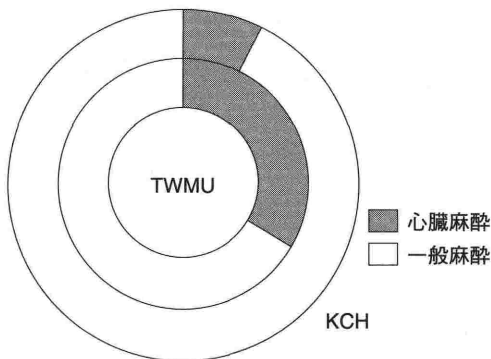
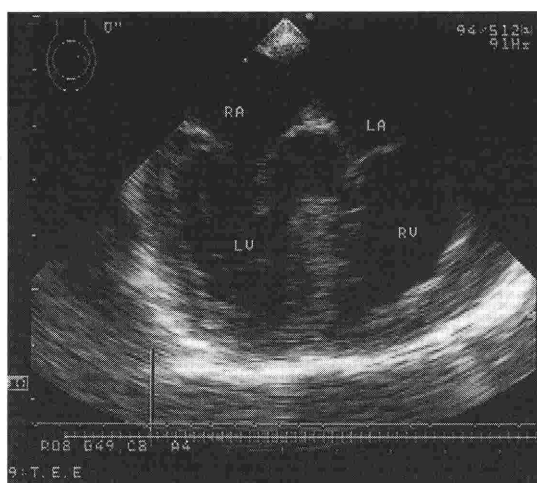


図3 心臓麻酔の割合

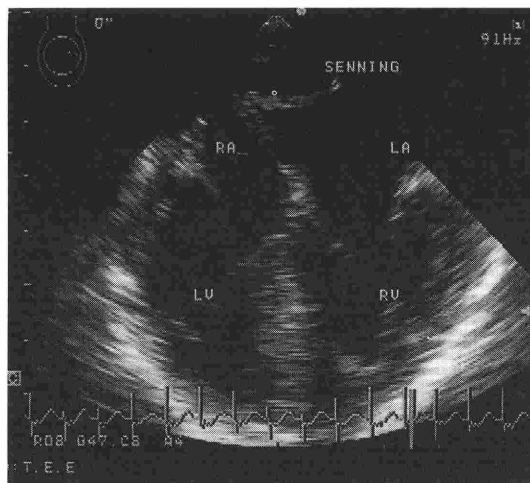
症例呈示

図5は修正大血管転位症の TEE 所見である。解剖学的に修復されているが, 将来の心不全を予防するため心房, 心室の血流転換術 (double switch) が施行された。人工心肺離脱時において, 術前右室として機能していた左室が右室容量の増加とともに心室中隔を介して圧迫している。このように, 左右両心室の動きに解離が生じ圧測定だけでは適切な容量負荷が判断しにくい症例では特に TEE は有用である。また, 心内膜欠損症例の重症僧帽弁逆流症における僧帽弁形成術や自己の肺動脈弁を肺動脈主幹部ごとくりぬき大動脈弁部に移植する ROSS 手術, 肺動脈絞扼手術時の心室負荷の程度の判断など, 術中は TEE からしか情報を得られない症例をこれまで多数経験した。以前からの圧モニターに TEE を加えることで, 特に体外循環離脱困難時や急変時にその原因に効率的にまた客観的に近づけると確信している。

これらの情報は TEE からしか得られず, 上記以外にもそのような情報をもとに治療できた症例をこれまで多数経験した。以前からの圧モニターに TEE を加えることで, 体外循環離脱困難時や血行動態急変時においてその原因に効率的かつ客



術前



術後

図5 手術前後の修正大血管転位症のTEE所見

- 非侵襲的モニターではない
- 習得するのに時間がかかる
- 実際に見えない時もある
- マンパワーが必要
- コスト

図6 TEEの問題点

観的に近づけると確信している。

実際に麻酔科医がTEEを使用して麻酔管理を行う際の問題点をまとめた(図6, 7)。小児特有の問題点の対策としては、他の先天性疾患の存在を含め患者背景を理解し愛護的操作を行うことに尽きる。また、TEEの挿入そのものが気管や心臓血管を圧迫し血行動態を崩す可能性があるため観血的動脈圧や気道内圧、カプノグラムに注意しながらプローブを挿入した⁴⁻⁶⁾。複雑な心臓を評価するためにはマルチプレーンプローブの方が描出能力が高い。しかし、プローブの挿入に伴う合併症からすると小児用プローブのサイズは細いにこしたことはない。著者らが主に使用したプローブは、5 kg以上あればAloka社のパイプレーン(5 MHz, 探触子9 mm, 挿入径6.8 mm)で、体重が20 kg以上の児には出来る限り成人用マルチプレーンプローブを使用した。プローブのサイズについて明確な基準はないが教科書的には、先端13 mmのプローブは20 kg以上、先端7 mmのプローブは4 kg以上、それ以下の児には先端5 mmのプ

- 乳歯, 扁桃肥大
- 呼吸循環系への影響
- 他の先天性疾患の存在
- 事故抜管

図7 小児特有の問題点

ローブを使用するとある^{6,7)}。我々の施設で合併症は認められなかったが、非侵襲的モニターでない以上全症例にインフォームドコンセントを得てTEEを挿入した⁸⁾。また、プローブの移動による事故抜管や心室圧迫を避けるためtransgastric viewやプローブの屈曲を不用意に使用しないよう心がけた。先にも述べたがTEEは理論的に小児の先天性心疾患でもモニターとしてまた術中診断の手段として優れた可能性を持っている。しかし、現実には先天性心疾患の複雑さや人手の少なさがTEEの修得の障害になっているように感じる。TEEのトレーニングはやはり成人から入の方が効率的であろう。そのためには成人及び小児、両方のanesthetic volumeがある施設で研修するのが理想的であるがそのような施設はそう多くはないと思われる⁹⁾。

小児開心術におけるTEEの今後の目標と課題を考えてみた。(図8)

第1段階をTEEで心臓の大きさや動きあるいは残存空気、胸水などを定性的に評価し麻酔管理を行う段階とした。これだけでもTEEを使用す

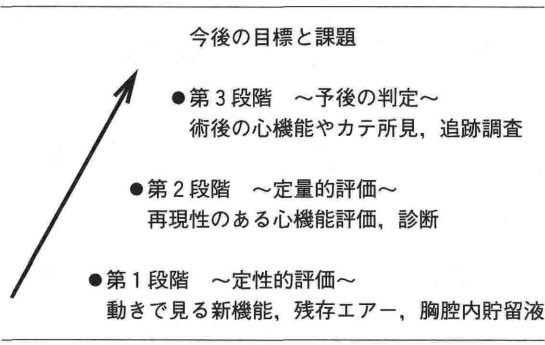


図8 麻酔科領域での TEE

る価値があると思われるのだが、使用するうちにいずれ診断的な要求を受ける場面が多くなっていく。実際分からない場合やどの像を選ぶかは心臓外科医の協力を仰いで彼らの考え方を吸収するよう心がけた。小児領域では可能な限り人工物を使用せず弁や血管を形成することが多いため、仮に修復後に逆流などが存在した場合その評価も若干成人のそれと異なるのではないであろうか⁹⁾。そのためには TEE にて再現性のある評価を行い、そのような状態で手術を終了した場合の予後についても理解を深めていく必要がある。そうすることで修復後の心臓における管理の全体像が明確になっていくと思われる。それを第2段階、第3段階とした。

ステップアップしていくために必要なことをまとめると、現状では循環器小児科の協力が不可欠であり、麻酔科医は診断についてのトレーニングを受ける機会が少ないため（特に複雑心奇形は）、循環器麻酔科医の診断におけるノウハウを共有させてもらう機会を作るのが最良ではなかろうか（循環器科診断カンファレンスへの積極的参加など）。KCH では心臓カテーテルの麻酔を麻酔科が管理していたため小児循環器科と接する機会が多く、より恵まれているように思う。

また、麻酔科医の TEE トレーニングという点では循環器専門施設や小児病院、大学病院などの枠を越えた麻酔科全体の研修システムがあれば効率的に麻酔科医全体の底上げにつながるように思う。幸い HIJ は成人及び小児開心術をバランスよくこなしているため研修には理想的であるが、現場は人手が少なく麻酔をかけるのが精一杯のことが多く TEE で定量的評価をじっくりできないの

が現実である。TWMU は短期間であれ幅広く人材を募っている。そうすることで人手をカバーし、お互いが効率的に TEE を修得し次のステップに進めると信じているからである。患者の全体像を把握し、小児科、外科の専門性に対応していくためには、麻酔科自身もチーム制で対応し限られた経験を共有することが大切であると考えられる。小児開心術を行う上で麻酔科医の役割は単に麻酔だけではなく両親、内科医、外科医、看護婦を結ぶコーディネーターとしての役割が要求されているように思うが、TEE によりその架け橋はさらに強固なものになると信じている。

まとめ

小児開心術に TEE を導入し、そこから得られる情報を積極的に麻酔管理に利用した。以前からの圧モニターに加えて TEE を利用することで、離脱困難時や急変時に客観的な心臓の評価を行うことができ、直ちに治療に反映できた。

小児心臓麻酔領域で麻酔科医が TEE を扱っていく上での課題を再認識した。

文 献

- 1) 高田勝美: Arterial Switch "Jatene" 手術の麻酔管理. Cardiovascular Anesthesia 2 : 28-33, 1998
- 2) Weintraub R, Shiota T, Sahn DJ, et al : Transesophageal echocardiography in infants and children with congenital heart disease. Circulation 86 : 711-722, 1992
- 3) 脇 研自, 馬場 清: 小児の超音波診断 心機能評価, 小児科診療 第63巻 増刊号, p40-47, 2000
- 4) Stevenson J, Sorensen G : Proper probe size for pediatric transesophageal echocardiography. Am J Cardiol 72 : 491-492, 1993
- 5) 小出康弘, 藤本啓子, 山口 修: 救急・周術期患者管理のための経食道心エコー応用マニュアル, 真興交易医書出版部, 東京, 1998, p18-19
- 6) Cyran SE, Myers JL, Waldhausen JA : Application of intraoperative transesophageal echocardiography in infants and small children, J Cardiovasc Surg 32 : 318-321, 1991
- 7) Cyran SE, Kimball TR, Kaplan S, et al : Efficacy of intraoperative transesophageal echocardiography in children with congenital heart disease. Am J Cardiol 63 : 594-598, 1989
- 8) Rosenfeld H.M, Gentles T.L, van der Velde ME, et al : Utility of intraoperative transesophageal echocardiography in the assessment of residual cardiac defects. Pediatr Cardiol 19 : 346-351, 1998
- 9) Isobel A. Russell, M, Wanda C. Miller-Hance, WC, et al : Intraoperative transesophageal echocardiography for pediatric patients with congenital heart disease. Anesth Analg 87 : 1058-1076, 1998