

特 集

小児経食道心エコー法の評価：循環器小児科の立場から

里見元義*

小児科領域における経食道心エコー法の臨床応用について

小児科領域における小児経食道心エコー法の応用は、

1. カテーテル検査またはカテーテル治療の術中ガイドとして、
2. 手術に際しての術中診断として、
3. 心臓手術後の集中治療室における心行動態の評価法として、臨床に用いられている。

1. カテーテル検査またはカテーテル治療におけるガイドとして

難易度の高いカテーテル操作に際して危険を回避する目的で利用されるのが現状である。それらの例としては心房中隔裂開術 (Balloon atrial septostomy, BAS), ブロッケンブロー心房中隔穿刺術 (Brockenbrough maneuver), バルーン肺動脈弁拡大術 (PTPV), バルーン大動脈弁拡大術 (PTAV) などがある。特に新生児あるいは乳児期早期に心不全状態に陥った重症大動脈弁狭窄症例に対して行われる PTAV では、X線透視を障害しないで、バルーンと弁の位置関係を確認できること、バルーン拡大術施行直後にカラードプラ法を用いて大動脈弁閉鎖不全の有無を評価できることなどから、とりわけ有用である。著者らの施設では BAS に際しても、ラッシュキンドカテーテルが卵円孔を通過していること、バルーンが僧帽弁を障害しない位置にあることなどをエコー法を用いて確認してから施行するようにしている。BAS では必ずしも経食道心エコー法でなくても経胸壁心エコー法でも同様の評価は可能である。ブロッケンブロー心房中隔穿刺術 (Brockenb-

rough maneuver) に際しては必ず経食道心エコー法を併用することになっている (図1)。この場合にはまず長軸方向で心房中隔を観察し、カテーテルが卵円窩に向いていることを確認し、次に短軸断面に変えて穿刺針を軽く押し試みて卵円窩の一次中隔のカテーテルによる盛り上がり (いわゆるテントフォーメーション) を観察する (図2)。テントフォーメーションが確認できれば安全な位置に穿刺針が位置していると判断して更に進めて左房内腔まで到達する。ここで内筒を抜いてコントラストエコーを施行し、右房ではなくて左房内にコントラストエコーが出現するのを確認すれば心房中隔穿刺は成功である (図3)。安全にこの手技を施行するためには経食道心エコー法は必須であると考えている。また年長児に対して心房中隔裂開を行う方法として Park の Blade Catheter がある (図4)。刃のついた器具を心房内で操作して、左房から右房へと引き抜くため、心房中隔と

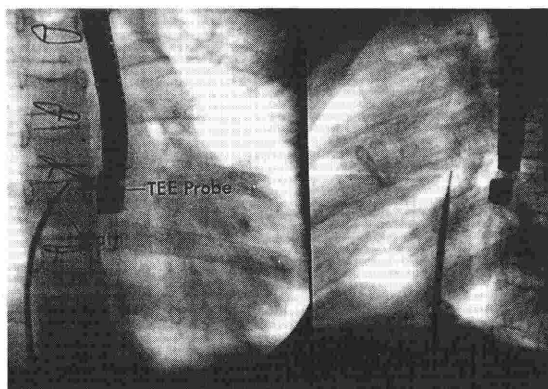


図1 Brockenbrough 法施行時の X線透視像

X線透視像のみでは穿刺針は見えるが心房中隔は見えない。経食道心エコープローブが見えている。
(左：正面、右：側面像)

*長野県立こども病院循環器科

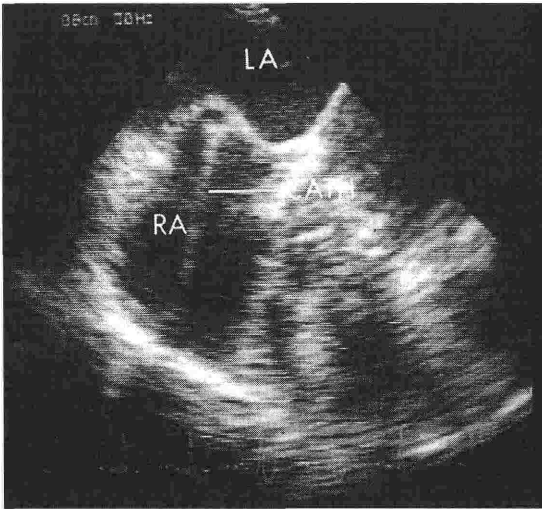


図2 Brockenbrough 法施行中の経食道心エコー図
 穿刺用カテーテルの先端で一次中隔をおして左房への突出（テント formation）を確認している。RA=右房，LA=左房，CATH=穿刺用カテーテル

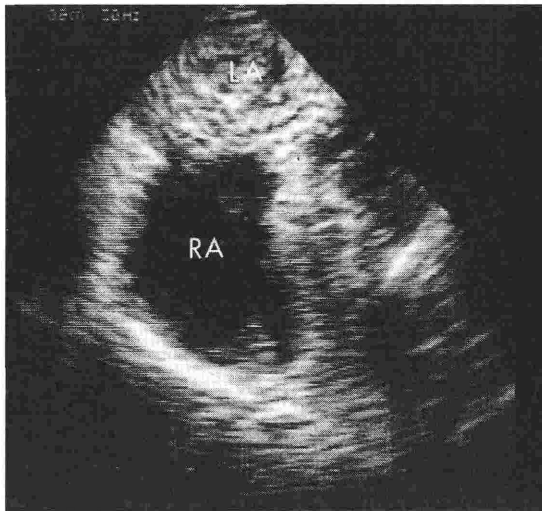


図3 Brockenbrough 法施行中の経食道心エコー図
 カテーテル先端が心房中隔を貫いたと思われた時点で穿刺用カテーテルの先端からコントラストエコーを行う。コントラストが左房に出現すれば成功である。RA=右房，LA=左房

Blade catheter の両方ともが明瞭に観察されている必要がある。本法にも経食道心エコー法が必須であると考えている（図5）。

2. 手術に際しての術中診断として
 静脈洞型心房中隔欠損とこれに高頻度に合併す



図4 Park の Blade Caheter 施行中の X 線透視像
 X 線透視像のみでは Blade Caheter は見えているが心房中隔は見えない。経食道心エコープローブが見えている。

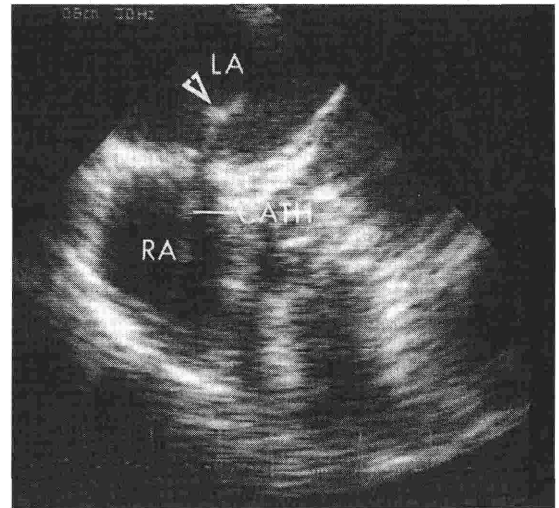


図5 Park の Blade Caheter 施行中の経食道心エコー図
 カテーテル先端で開いた Blade が心房中隔を左房から右房側へ通過するのが観察されている。RA=右房，LA=左房，CATH=Park's Blade Caheter

る部分肺静脈還流異常症は心臓カテーテル検査よりも経食道心エコー法の方が診断の精度が高い。経胸壁心エコー法でこれらの疾患が疑われた場合には手術室において全身麻酔下に経食道心エコー法を施行して、診断を確定することにしていく。また僧帽弁形成術や膜型大動脈弁下狭窄症では術後の遺残病変の程度を評価する目的で手術室において経食道心エコー法を行う。

3. 術後集中治療室において心行動態の評価法として

心臓手術後に集中治療室で術後経過が不良である場合に、術後の心行動態を評価する目的で経食道心エコー法が適応となる。術直後には創部やガーゼのために探触子を置く位置が大きく制限されること、胸腔ドレーンや術直後の空気のために経胸壁法では超音波の透過が不良なことから、経食道心エコー法がよい適応となる。心室中隔欠損の残遺短絡の評価の目的には四腔断面を観察しながら左房圧ラインからのコントラストエコーが有用である。左房に出現したコントラストが左室に流入後右室に大量に出現するような場合には大量の左右短絡が遺残していると判断され、半定量的にも用いられる。図6, 7, 8は三尖弁閉鎖症でフォンタン手術終了後集中治療室へ帰室した後、徐々に動脈血酸素飽和度が下降した例である。経食道心エコー法で観察しながら、末梢静脈からのコントラストエコーを施行したところ、欠損孔は閉鎖したはずの心房中隔レベルでの大量の右左短絡が認められた(図6)。再度手術室で人工心肺下に心房中隔を観察すると、閉鎖した欠損孔以外に多数の小欠損孔が右房圧の上昇に伴って開いているのが確認され(図7)、それらを閉鎖した。閉鎖後の末梢静脈コントラストエコーでは右左短絡は殆ど無視できる程度にまで減少した(図8)。

経食道心エコープローブの形状について

次に小児に安全かつ有用に使用できる経食道心エコープローブの形状について検討してみる。

小児で使用可能な経食道心エコープローブの条件の第1としては良好な画像を描出する能力を有することであるが、この点に関しては心エコー装置本体の問題もありこの場で比較検討するのは適当ではないと思われる。経食道心エコープローブの持つべき能力として1. 断面の数, 2. シャフト径, 3. 先端の屈曲部の3点について検討した。

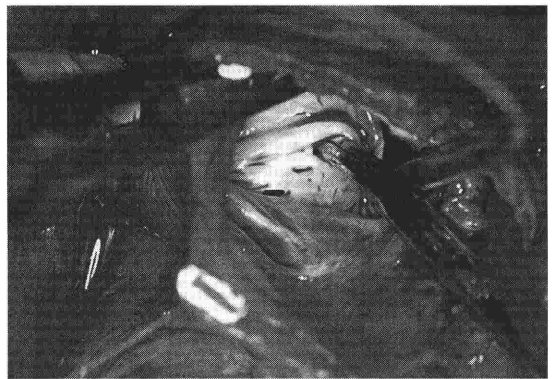


図7 三尖弁閉鎖症でフォンタン手術終了後の患児
再度手術室で人工心肺下に心房中隔を観察すると閉鎖した欠損孔以外に多数の小欠損孔が右房圧の上昇に伴って開いているのが確認され、それらを閉鎖した。

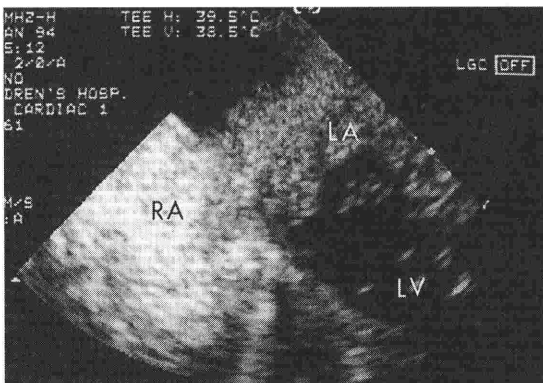


図6 三尖弁閉鎖症でフォンタン手術終了後の患児
経食道心エコーで観察しながら、末梢静脈からのコントラストエコーを施行したところ、欠損孔は閉鎖したはずの心房中隔レベルでの大量の右左短絡が認められた。RA=右房, LA=左房, LV=左室

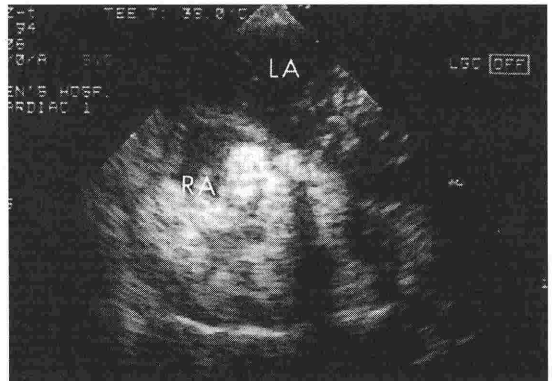


図8 三尖弁閉鎖症でフォンタン手術終了後の患児
遺残短絡閉鎖後の末梢静脈コントラストエコーでは右左短絡は殆ど無視できる程度にまで減少した。
RA=右房, LA=左房

1. 断面の数

短軸方向の1断面のみを描出するシングルプレーンプローブ、短軸方向とシャフトに平行な長軸方向の2断面用の2個の探触子を装着したバイプレーンプローブ、そして1個のプローブを回転させて多断面を描出させるマルチプレーンプローブの3種類が存在する。著者の経験から、シングルプレーンのみでも熟練者が行えば有用な情報を得ることは可能であるが、右房内にあるカテーテルの走行を追跡するような場合には最低バイプレーンが必要であるし、心臓の回転が加わる先天性心疾患の場合にはマルチプレーンが最適である。現在臨床応用できるマルチプレーンプローブとしては Agilent Technology 社の10ミリ径のもののみであるが、著者は新しく開発された VingMed 社製シャフト径7mmプローブとアロカ社製シャフト径7mmプローブを試用する機会を得た(図9)。

2. シャフト径

成人用として作られているシャフト径10mmのプローブは挿入時の困難性と捜査中の気管圧迫の両面から一般に小児には不適である。シャフト径10mmのプローブを使用可能なのは経験的に10歳以上または体重25kg以上の小児である。著者は経験的に、シャフト径とそのプローブが使用できる年齢、体重を新生児～乳児(1歳あるいは10kg未満)；4mmシャフト新生児用、1歳あるいは10kg以上；7mmシャフト、10歳あるいは25kg以上；10mmシャフトと決めている。

小児用として普及しているシャフト径7mmの経食道心エコープローブは従来シングルプレーン、バイプレーン用のものは存在したがシャフト径7mmでマルチプレーンプローブは存在していなかった。最近シャフト径7mmのマルチプレーンプローブが開発された。VingMed 社製シャフト径7mmプローブとアロカ社製シャフト径7mmプローブの両者とも新生児(生後28日未満)には気道内圧上昇、または形態上挿入不可能のため使用できなかった。生後1ヶ月以上1歳未満の小児に対しては、全例問題なく挿入可能であった。挿入後の操作性、画像に関しては設計通り作働し良好な画像を得ることが可能であった。1例は30歳の成人に覚醒状態で試用したが、挿入時の苦痛は通常の成人用プローブに比較して明らかに少なかった。ま



図9 マルチプレーン経食道心エコープローブ
左から Aloka 社製7mm, vingMed 社製7mm, Agilent Technology 社製10mm

	Agilent 10mm	VingMed 7mm	Aloka 7mm
a	15	9	9
b	10	7	7
c	45	25	25
d	60	35	40
e	90	50	55

(単位mm)

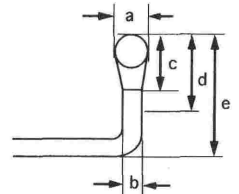


図10 multiplane プローブの計測値の比較

た成人の食道内においても接触不良による画像の劣化は認められず良好な画像が得られた。

3. 先端の屈曲部

小児に対する経食道心エコープローブの挿入に際しては、まず小児の小さい口腔内に挿入して、

喉頭に接触したところで軽く腹側に屈曲をかけて食道へ挿入する。この際、先端から屈曲部までの距離が長いと腹側への屈曲操作を行っても先端部分が食道へ向かないことになり、挿入に困難性を生じる。このような場合には、小児の下顎部を上方へ引き上げて食道を直線的にすることによってプローブを挿入するのではあるが、術中などではなかなか挿入に困難を覚えることになる。そのためには先端から屈曲部までの距離が可能な限り短い方が好ましい。参考のために、今回比較検討したアジレント社10mmプローブ、VingMed社製7mmプローブ、アロカ社製7mmプローブでの先端屈曲部の長さを含めた各部の計測値を図10に示した。

ま と め

経食道心エコー法は小児の術前術後に、またカテテルインターベンションのガイドとして不可欠の診断法である。小児においては特に多断面で観察する必要性からマルチプレーン経食道心エコープローブが必要である。現時点での問題点と

しては、シャフト径が太すぎて気道圧迫があるが、最近7mmマルチプレーンプローブが開発された。多少の改良を加えれば臨床的に非常に有用で、しかも小児のみならず、成人においても覚醒時に少ない苦痛で行えることが期待される。

文 献

- 1) 里見元義：先天性および小児期心疾患の断層心エコー図または経食道心エコー図ガイド下 Brockenbrough法，第2回日本心エコー図研究会抄録集p83，1991東京において口述
- 2) 里見元義，片山博視，神田 進ら：先天性心疾患における経食道エコーの意義，日超医講演論文集 1989；55：397-399，福岡において口述
- 3) 里見元義：小児の経食道心エコー図法；Annual Review 循環器 1991；pp176-181，中外医学社 編集：杉本恒明，松本昭彦，杉下靖郎，門間和夫
- 4) 里見元義，安河内聡：先端膨張型回転式経食道心エコー探触子の開発。日超医講演論文集 63：605-606，1993
- 5) Satomi G, Insam P, Kikuchi N, et al : Attachment of a Balloon to a transesophageal echocardiographic transducer for improvement of contact with the esophageal wall. J Am Soc Echocardiogr 5 (3) : 247-252, 1992
- 6) 里見元義：第2回心臓血管麻醉学会：1997年9月13，14日札幌において口述