

# 大動脈疾患における経食道心エコー法の活用

—blind zone を最小限にする工夫—

渡 橋 和 政\*, 松浦 雄一郎\*, 末田 泰二郎\*  
渡 正 伸\*, 岡田 健志\*, 石井 修\*

## 背 景

大動脈瘤、大動脈解離、外傷性大動脈損傷などを含む大動脈疾患の診療においては、次のようないくつかの問題点がある。1) 発症直後に血行動態の大きな変化を来しうること（特に破裂など）、2) 分枝灌流が障害される可能性があり、いったん発症するとそれぞれが致命的であったり大きな後遺症を残しうること、3) 全身状態が不良でCT、血管造影などの検査が十分に行い得ない、あるいは検査に搬送することがリスクを伴う可能性のあること、4) いったん評価したあとで病態が変化することがあること、5) 体外循環、脳分離体外循環などにより灌流状況が変化しうることなどである。

術中管理では、脳や腹部内臓の灌流障害が問題となる。例えば術中に脳灌流をモニタリングするために経頭蓋ドプラー法（TCD）、それにかわる眼球超音波法（OUS）<sup>1,2)</sup>を用いて脳血流をモニタリングしたり、近赤外線分光法を用いて脳内酸素飽和度（rSO<sub>2</sub>）を連続モニタリングしているが、脳分離体外循環中にrSO<sub>2</sub>が低下し始めたり、左心バイパス中に下肢血圧は良好なのに尿量が減少した場合、解離が弓部分枝や腎動脈に波及した可能性が考えられる。これらは早急に診断し、適切に対処しないと重篤な中枢神経系合併症や腎不全を来す可能性がある。しかしその診断を何で行うかが問題である。術野でのエコー法は外科操作を中断しなければならず、また行ったとしても必ずしも十分な情報が得られるとは限らない。一方、

心大血管手術中の画像診断として用いられ始めた経食道心エコー法（TEE）でも弓部分枝や腹部内臓分枝はblind zone であるとされてきた。

最近著者らはTEEのこれらblind zoneを最小限にする方法を開発し、これを積極的に応用してきた<sup>3-5)</sup>のでこの方法及びそれにより得られる情報について報告する。

## 対象・方法

対象は1995年以降当科で行った大動脈疾患症例（手術例及び保存的治療例を含む）のうち、著者がTEEを行い得た連続116例である。内訳は、大動脈瘤61例（大動脈弁輪拡張症5例、上行大動脈4例、弓部34例、下行大動脈5例、胸腹部13例）、大動脈解離47例（DeBakey I型18例、II型5例、III型24例）、外傷性大動脈損傷5例、大動脈炎1例、大動脈縮窄2例である。

装置は5MHzバイプレーンTEE（日立製、EUB555）を用いた。麻酔導入後、TEEプローブを挿入し、術前診断の確認を行うとともに、術前に十分検査ができなかったり術前検査で情報が不確実であった場合にはその病態の診断を行い、また術前検査で判明している病態がそれ以後に変化していないかを検討した。心機能の術中モニターを行うかたわら、大動脈全体にわたってくり返し評価を行い、とくに体外循環開始直後、分離体外循環中、外科的修復終了後などに大動脈及びその分枝灌流をモニタリングした。体外循環離脱後は、灌流障害の有無を確認した。

弓部分枝、腹部内臓分枝の描出法はすでに報告した方法に準じた<sup>3-6)</sup>が、以下に要約する。弓部分枝を描出するときに妨げとなるのは食道前面に

\*広島大学医学部第一外科

ある気管である。気管が空気や軟骨、気管チューブを含んでおり、これらが超音波が著明に減衰するため腕頭動脈起始部、左総頸動脈などが描出困難となる。これに対しては、プローブを左方あるいは右方に屈曲し気管の脇からのぞき込むようにして走査することにより、これら陰になる部分が描出できるようになる。横走査で遠位弓部からプローブを引いてくると左鎖骨下動脈及び左総頸動脈の短軸像が現われるのでそれぞれに注目しながらプローブを反時計方向に回転しつつ引いてくると、末梢側が描出できる。左鎖骨下動脈はまもなく水平部に達し、画面を縦に走行する長軸像が現われる。このあたりで画面の右方に向かって左椎骨動脈が描出される。一方左総頸動脈は横走査では短軸像のままであるが縦走査に切替えると長軸像が描出される。右総頸動脈と右鎖骨下動脈を描出するときには左鎖骨下動脈が描出されるレベルでプローブを時計方向に150～180度回転し、気管の多重反射や音響陰影がいったん現われたあと気管と椎体との間に管腔構造が描出される。この中には上記2動脈以外に腕頭動脈、右内頸静脈などが描出される。右内頸静脈は中に肺動脈カテーテルが認められれば同定できる。カラードプラモードで内部の血流が拍動性か否か、またその血流の方向を見ることにより動脈と静脈を区別できる。プローブを前後すると鎖骨下動脈と総頸動脈が分離したり合流したりするので3動脈をそれぞれ同定できる。右鎖骨下動脈は末梢に追っていくと水平部が描出され、画面左方に向かって分離する左椎骨動脈が描出される。

一方、腹部内臓分枝を描出するにはプローブを胃の中まで進めるが、噴門部の方向のためトランスデューサが大動脈から離れる。ここで、上方屈曲をかけ、大動脈がトランスデューサ近くにくるようにしながらプローブを進めるとともに、左方屈曲を加えて、トランスデューサを大動脈前面にくるようにする。プローブを進めて行くにつれて腹部大動脈前面から腹腔動脈、上腸間膜動脈が起始し、次いで側面から左右腎動脈が起始する。このレベルで、腹部大動脈前面を左腎動脈が横切る。縦走査にすると、腹部大動脈の長軸像が描出されるとともにその前面から起始する腹腔動脈、上腸間膜動脈が描出される。カラードプラモードで分枝内血流の有無が判定できるとともに、分枝内に

サンプルボリュームをおくことにより、分枝内血流が測定できる。

## 結 果

TEE 操作による合併症は1例も認めなかった。大動脈疾患連続25例で弓部分枝の描出率を検討したところ、左鎖骨下、左総頸、右総頸、右鎖骨下、右腕頭、左右椎骨動脈でそれぞれ96%、92%、96%、100%、84%、92%、88%であった。腕頭動脈起始部が描出できたのは36%であった。一方、心血管手術症例連続21例における内臓動脈の描出率は腹腔動脈、上腸間膜動脈、左右腎動脈でそれぞれ100%、95%、67%、67%であった。本法の導入により、脳分離体外循環中に弓部分枝内に留置したカニューレが描出し得た。また、弓部分枝起始部に波及した解離、分枝内に及んだ解離が明瞭に描出された。以下、このシリーズで経験した症例を供覧する。

症例1：78才男性、遠位弓部大動脈瘤に対しオープンステントグラフト内挿術<sup>7,8)</sup>が行われた。脳分離体外循環中、右rSO<sub>2</sub>が60%以下に低下した。人工心肺や回路の問題は認められず、弓部分枝より末梢での問題が考えられた。TEEで観察すると、腕頭動脈から挿入したカニューレの先端が右鎖骨下動脈内にあること、右総頸動脈内血流が検出できないことがわかった。腕頭動脈内に挿入したカニューレからは右鎖骨下動脈しか灌流されないことが原因と考えられ、カニューレを少し引いて腕頭動脈内でカフをinflationさせた。右総頸動脈内血流は検出できるようになり、rSO<sub>2</sub>も回復した。

症例2：72才女性、大動脈解離II型に対して上行大動脈置換術が行われた。体外循環前には右鎖骨下動脈内には解離は認められなかった。脳分離体外循環中、右橈骨動脈圧が突然検出できなくなった。前腕部をタッピングするとその振動は圧モニター上に現われること、rSO<sub>2</sub>は左右差ないことから、橈骨動脈より中枢側の右鎖骨下動脈の問題と考えられた。TEEで観察すると、腕頭動脈～右総頸動脈付近に解離が発生しており、真腔の狭小化を来していた。

症例3：21才男性、ハンドルで前胸部を打撲し来院した。CTでは胸骨骨折及び左胸腔内液貯留(少量)が認められた。縦隔血腫はほとんどなく、

明らかなフラップは下行大動脈内に認めなかったが、大動脈損傷を除外診断するため TEE を行ったところ峡部に大動脈の損傷を認めた。緊急手術の方針となり 3 時間後に手術室に搬入した時点で、下肢の脈拍触知が不良なことに気づいた。尿量も著減していた。TEE で外膜下血腫が腹部大動脈、腎動脈まで及び内腔狭小化 (pseudocoarctation) を来したことが判明した。左心バイパス下に下行大動脈置換術を行い、下肢及び腎虚血は回復したが、対麻痺を残した。

症例 4：71 才男性，冠動脈バイパス術が予定された。右総頸動脈の閉塞は術前から診断されていた。SG カテ挿入に際し、右内頸静脈から挿入したガイドワイヤに抵抗が感じられた。TEE で同静脈の閉塞を確認した。内腔はほとんど血栓化しており、わずかに開存していた内腔の血流も to-and-fro パターンであった。左内頸静脈からのアプローチに変更した。

症例 5：66 才女性，胸腹部大動脈瘤に対して胸腹部大動脈置換術が行われた。上腸間膜動脈と腎動脈の間で大動脈遮断を行った後、もともと正常の血流パターンであった右腎動脈内血流が to-and-fro pattern となった。尿量も減少しており、腎動脈灌流障害が疑われた。TEE ではアテロームが腎動脈入口部を閉塞しているのが描出され、大動脈遮断時に壁に粥腫がこし出されて腎動脈起始部を閉塞したものと考えられた<sup>4)</sup>。

症例 6：62 才男性，大動脈解離Ⅲa 型に対して下行大動脈置換術を行った。体外循環前には腹部大動脈内に解離は認めなかった。大腿動脈送血にて体外循環を開始したが、約 60 分後に腹部大動脈内にフラップが出現した。その後腹腔動脈の血流がカラードプラモードで検出できなくなった。上腸間膜動脈内血流良好であり、もう数分で遠位側吻合が完了する時点であったため、そのまま様子を見ることとした。大動脈遮断解除後、腹腔動脈の血流は再開したが、腹腔動脈、上腸間膜動脈内に新たな解離が見つかった。この症例では、送血管を挿入する際に少し抵抗が感じられた。送血管から噴出するジェット血流によって、解離が発生し、それが腹部大動脈および分枝まで波及したものと考えられた。術後は特に合併症を認めていない。

## 考 案

今回の検討から、弓部分枝及び腹部内臓分枝はすでに TEE の blind zone ではなくなったといえる。これらを描出するときにプローブの側方屈曲は非常に有効であった。これなくしては、弓部分枝の描出率もかなり低いものであった。またこれに加え、腹部内臓分枝を描出するときには、プローブの上方屈曲も必要であった。今回の検討ではマルチプレーンではなく通常のバイプレーン TEE を用いているが、マルチプレーンによるメリットは特に認められなかった。

このシリーズで著者らが経験し、得られた治験から、通常特にイベントなしとされている症例の中にまれならず決して無視し得ないイベントが起こっていることがわかった。幸いそのほとんどは臨床で明らかな合併症とならないため、TEE がなければその存在すら気づかれなかったものであろう。また他のモニター（近赤外線分光法や動脈圧モニターなど）で異常が見つかった場合、その原因をつきとめるために TEE は有用であった。TEE で得られる情報には以下のものがある。

- 1) 本来の病態の把握及びその変化  
分枝の狭窄・閉塞性病変（症例 4）  
大動脈及びその分枝内解離の進展（症例 2，3）
- 2) 脳分離体外循環中  
SCP 中の灌流の適正（症例 1）  
分枝内の送血管、それによる解離発生（症例 6）
- 3) 血行再建後の術中評価  
適切な灌流か  
分枝内遺残空気の検出
- 4) 一般的な脳血流モニター  
rSO<sub>2</sub> 低下時、その原因が頸動脈灌流障害によるものか否かの鑑別（症例 1）
- 5) 内頸静脈の閉塞（症例 4）

TEE の長所として、まず術中にリアルタイムの情報が得られることがある。弓部分枝や腹部内臓分枝についてその形態情報のみならず血流情報も得られる。これは術中のみならず、救急の場でもまた ICU でも応用可能な方法であり、特に大動脈解離、外傷などで刻々状態が変化しうる場合にリアルタイムの情報は貴重である。自験例（症

例3)で見られたように術前検査以後に大動脈損傷が下行大動脈を下行し、pseudocoarctationを起こす例もあり、大動脈解離が破裂することもある。また保存的治療を選択した場合には刻々分枝への波及の状況が変化することは否定できない。特に患者の血行動態が不安定であったり、あるいは気管内挿管、カテコラミンなど多くのものがついている場合には搬送そのものがリスクとなる。またこの方法は慎重に行えば、自験例のように全く合併症なしに行いうる安全な方法といえる。

しかし、一方ではいくつかの短所もこのシリーズから感じとれた。安全な方法とはいいいながら、胃の中にプローブを進めていって操作したり、食道内で側方屈曲をかけたりしりため、食道や胃に対する傷害の可能性が否定できない。当然覚醒状態の患者には不適当であろう。また細かいプローブ操作が必要であり、自ずと learning curve がある。限界として、腕頭動脈の起始部及び腎動脈の描出は必ずしも良好ではなく、繰り返してトライしてみてもどうしても描出できないことも稀ではない。しかし、逆にそれぞれ1/3, 2/3の症例ではこれらの血管の情報は得られることもわかった。情報が得られる症例ではおおいにそれを活用することが望まれる。一度描出を試みる意味はあるかと考えている。

## 結 語

弓部分枝及び腹部内臓分枝は、TEEのblind zoneではない。これら分枝の描出にプローブの

上方、側方屈曲が有用である。従来「原因不明で予期しえないイベント」と片づけられていたものの本当の原因あるいは「発症こそしなかったが合併症となり得た subclinical なイベント」が、本法により今後明らかになる可能性がある。しかし、安全性についてのさらなる検討が必要である。

## 文 献

- 1) Orihashi K, Matsuura Y, Sueda T, et al : Flow velocity of central retinal artery and retrobulbar vessels during cardiovascular operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 114 : 1081-1087, 1997
- 2) Orihashi K, Matsuura Y, Sueda T, et al : Clinical implication of orbital ultrasound monitoring during selective cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg* (in press)
- 3) Orihashi K, Matsuura Y, Sueda T, et al : Aortic arch branches are no more blind zone for transesophageal echocardiography: a new eye for aortic surgeons. *J Thoracic Cardiovasc Surg* (in press)
- 4) Orihashi K, Matsuura Y, Sueda T, et al : Abdominal aorta and visceral arteries visualized with transesophageal echocardiography during operations on the aorta. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 115 : 945-947, 1998
- 5) Orihashi K, Matsuura Y, Sueda T, et al : Abdominal aorta and visceral arteries visualized by transgastric echocardiography: technical considerations. *Hiroshima J Med Sci* 46 : 151-157, 1997
- 6) 渡橋和政 : 経食道心エコー法マニュアル (第2版). 南江堂, 東京, 2000
- 7) Orihashi K, Matsuura Y, Sueda T, et al : Echo-assisted surgery in transaortic endovascular stent-grafting: role of transesophageal echocardiography. *J Thoracic Cardiovasc Surg* (in press)
- 8) Sueda T, Watari M, Orihashi K, et al : Endovascular stent-grafting via the aortic arch for chronic aortic dissection combined with coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 117 : 825-827, 1999