

カテーテルインターベンションにおける心房中隔穿刺部位の病理学的検討

Pathological Study of the Transseptal Puncture Site of Interatrial Septum in Catheter Interventions

宮本 直政
許 俊 鋭
元 山 猛
村松 俊裕
今福 博司
尾本 良三
土 肥 豊
渡辺 宏志*

Naomasa MIYAMOTO
Shunei KYO
Takeshi MOTOYAMA
Toshihiro MURAMATSU
Hiroshi IMAFUKU
Ryozo OMOTO
Yutaka DOHI
Hiroshi WATANABE*

Abstract

Pathological changes in the transseptal puncture site of the interatrial septum were studied in seven autopsy patients in whom transseptal puncture had occurred during catheter interventions under transesophageal echocardiography monitoring.

1. In one patient with chronic renal failure who had received hemodialysis for more than 10 years, the transseptal puncture was unsuccessful. The failure is attributable to the severe calcification of the left atrial wall and interatrial septum. The autopsy showed only a small scratch on the fossa ovalis in the right atrial side.

2. The puncture hole was round in five patients and a slit in one, without tearing or extension from the puncture hole.

3. Late closure of the transseptal puncture hole was observed in two patients who died 7 and 22 days after the intervention procedures.

4. Mild infiltration of red blood cells around the transseptal puncture hole was detected in two patients. One died immediately after left atrio-arterial bypass support and another died on the 24th day after percutaneous transvenous mitral commissurotomy. Both patients showed tendency to bleeding due to heparinization and/or coagulopathy treatment during the clinical course.

5. Autopsy specimens demonstrated that the transseptal puncture was performed just on the fossa ovalis in all patients.

6. Biplanar transesophageal echocardiography is a very effective guidance method for transseptal puncture during catheter interventions.

Key Words

pathological study, transseptal puncture, left heart bypass, transesophageal echocardiography, atrial septal defect

はじめに

1960年に Brockenbrough ら¹⁾が心房中隔穿刺法の臨

床応用を行い、その有用性を報告したが、この手技にはカテーテル術者の熟練が必要であり、かつ重篤な合併症の危険性が潜在したため、その後広く行われるに

埼玉医科大学 心臓病センター, *同・病理学教室: 〒350-04 埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷 38

Saitama Heart Institute and *Department of Pathology, Saitama Medical School: Morohongo 38, Moroyama-machi, Iruma-gun, Saitama 350-04

Received for publication January 6, 1993; accepted September 27, 1993 (Ref. No. 40-221)

は至らなかった。1982年に、Inoueらが僧帽弁狭窄症に対して経心房中隔的にバルーンを用いた僧帽弁交連裂開術を考案し、今日確立した治療法として広く行われるようになった^{2,3)}。しかし、この経皮的僧帽弁交連裂開術 (percutaneous transvenous mitral commissurotomy: PTMC) において心房中隔穿刺術は必要不可欠な手技であり、PTMC術の最も技術的修練が必要な操作の一つと考えられる。さらに、この心房中隔穿刺の操作による誤穿刺が原因となった心タンポナーデや死亡例も報告されている⁴⁻⁶⁾。また最近、supported PTCA や急性左心不全に対して経皮的左心バイパス補助循環 (left atrio-arterial bypass: AAB) が行われてきており^{7,9)}、心房中隔穿刺法の臨床的必要性が高まってきた。

われわれは、過去3年間にわたり、この心房中隔穿刺にbiplane経食道心エコーをガイドとして用いることの安全性および確実性に対する有用性を報告してきた⁹⁻¹³⁾。このbiplane経食道心エコーの縦断面像をガイドとして用いれば、心房中隔穿刺は直視下に近い形で穿刺が可能となり誤穿刺による合併症は予防できると考えられ、とくに心タンポナーデの危険性はほぼ克服しうるものと考えている。

しかし、正しく心房中隔穿刺が行われた場合でも、経心房中隔カテーテル留置による中隔壁の裂開や損傷の可能性があり、術後の穿刺孔の状態やさらに大きな穿刺孔遺残の可能性などの詳細な検討が必要と考えられる。

本研究の目的は心房中隔穿刺を伴ったカテーテルインターベンションにおける術後の穿刺部位病態を剖検症例により病理学的に検討することである。

対象と方法

検討した症例は経食道心エコー図法をガイドとして、心房中隔穿刺を試みたPTMC症例38例および経皮的左心バイパス症例9例の計47例のうち、死亡症例7例である。死亡症例7例(平均年齢59歳)の臨床診断とカテーテルインターベンションの種類は僧帽弁狭窄症1例にPTMCを、急性心筋梗塞による心原性ショック症例6例にAABを試み、5例でAABを施行した(Table 1)。経心房中隔的カニューレーションの時間は平均55時間(0.5-99時間)、カニューレーション終了から死亡するまでの時間は平均19.4日であった。

症例1は僧帽弁狭窄症によるショック症例で、多臓器不全症候群を呈していたため、緊急にPTMCを施行した症例で、第24病日に死亡した。症例4を除く症例2から7の5例は、AAB症例であった。急性心筋梗塞による心原性ショック症例に対して経皮的経心房中隔的に左房内へ14-18 Fr. サイズの脱血カニューレを挿入し、遠心ポンプを用いて平均66±25時間の左心補助循環を行った。症例7は卵円孔が開存していた例で、ブロッケンブロー針を用いた中隔穿刺を行わずに左房へのカニューレーションが可能であった。症例4は10年以上の間、慢性腎不全による人工透析を施行されていた患者で、心臓弁膜症による心原性ショックに対してveno-arterial bypass (VAB) を施行した。その後、血行動態の安定を得た時点でAABへの移行を試みた症例で、心房中隔穿刺を試みたが、高度の左房壁石灰化のため左房への穿刺が不可能であったので、VABによる補助を継続した。症例1, 3, 5, 6の4例は遠隔期死亡例であり、他の3例は早期死亡例であった。

これら計7症例に対して剖検を行い、穿刺部位病態を病理学的に検討した。

結 果

PTMCを施行した症例1の心房中隔穿刺孔は卵円窩頭側にあり、ほぼ閉塞していたが、極細いブジーがやっと通る程度に開存していた(Fig. 1-left)。この穿刺孔は横長にスリット状に開いていたと思われ、左房側から観察すると、わずかな心房中隔心筋内への出血が認められた(Fig. 1-right)。

VAB補助とAAB補助を併用した症例2の剖検では、14 Fr. のカニューレを通した穿刺孔は卵円窩尾側に認め、直径3-4 mmの円形を呈し裂開等はみられなかった(Fig. 2)。同部位の顕微鏡所見では心房中隔筋内の多数の赤血球が認められ心筋内への出血が確認されたが、心筋壊死等の所見は認められなかった(Fig. 3)。

症例4は慢性腎不全による透析患者であり、VAB補助循環下に心房中隔穿刺を試みた例で、左房側内面の自由壁から心房中隔壁にわたり高度の石灰化が認められ(Fig. 4-right)、右房面の卵円窩にはブロッケンブロー針で作ったと思われる内膜面の損傷が認められたが、この穿刺孔は左房へは到達していなかった(Fig. 4-left)。さらにX線軟線撮影で心房壁および心房中隔壁

Table 1 Clinical characteristics and autopsy findings of seven patients

Patient	Age (yrs)	Diagnosis	Catheter intervention	Duration of transseptal cannulation (TC)	Interval between withdrawal of TC and autopsy	Autopsy findings
1	58	Mitral stenosis	PTMC	0.5 hrs	24 days	Punct. site in FO (1×1 mm) Slit-shape Bleeding into IAS
2	64	AMI#	VAB, AAB	21 hrs	—*	Punct. site in FO (3×4 mm) Round-shape Bleeding into IAS
3	43	AMI#	VAB, AAB	71 hrs	43 days	Punct. site in FO (1×1 mm) Round-shape
4	54	AMI#	VAB	(Unsuccessful puncture)	26 hrs	Needle scratch on FO Calcification in IAS
5	44	AMI#	AAB	73 hrs	7 days	Punct. site in FO (Occluded) Round-shape
6	70	AMI#	AAB	99 hrs	22 days	Punct. site in FO (Occluded) Round-shape
7	79	AMI#	AAB	65 hrs	—*	Patent FO Punct. site in FO (4×4 mm) Round-shape

: Patients 2 to 7 were in cardiogenic shock.

* : Left heart bypass support could not be removed until death.

PTMC=percutaneous transveous mitral commissurotomy; AMI=acute myocardial infarction; VAB=veno-arterial bypass; AAB=atrio-arterial bypass (left heart bypass); TC=transseptal cannulation; FO=fossa ovalis; IAS=interatrial septum

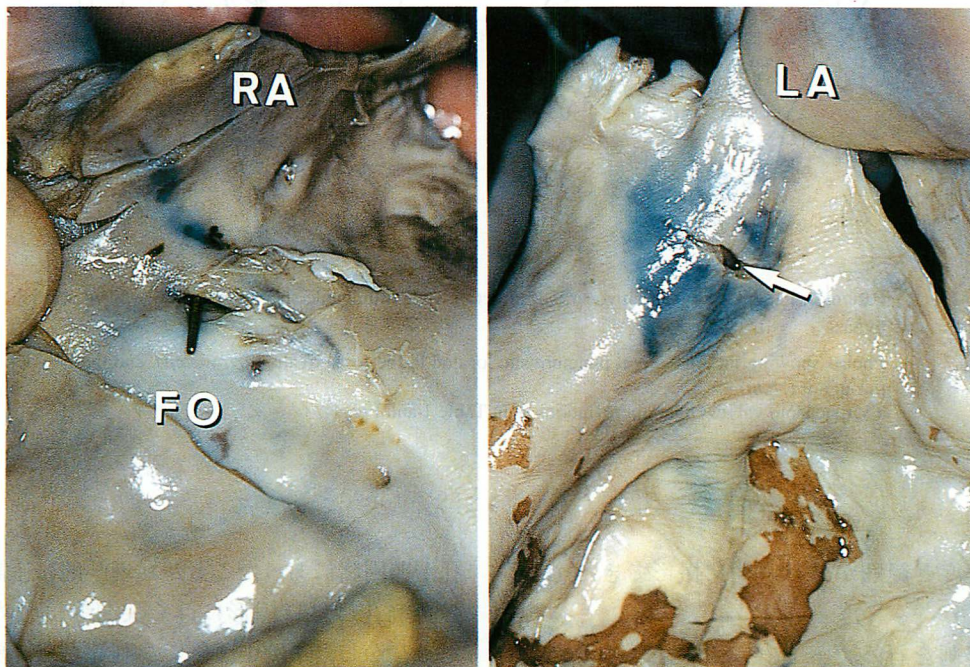


Fig. 1 Photos of a transseptal puncture site in the fossa ovalis

Right atrial view (*left*) showing a slit-shape small hole due to healing. Left atrial view of the septum

(*right*) shows bleeding around the transseptal puncture site (*arrow*).

RA=right atrium; LA=left atrium; FO=fossa ovalis

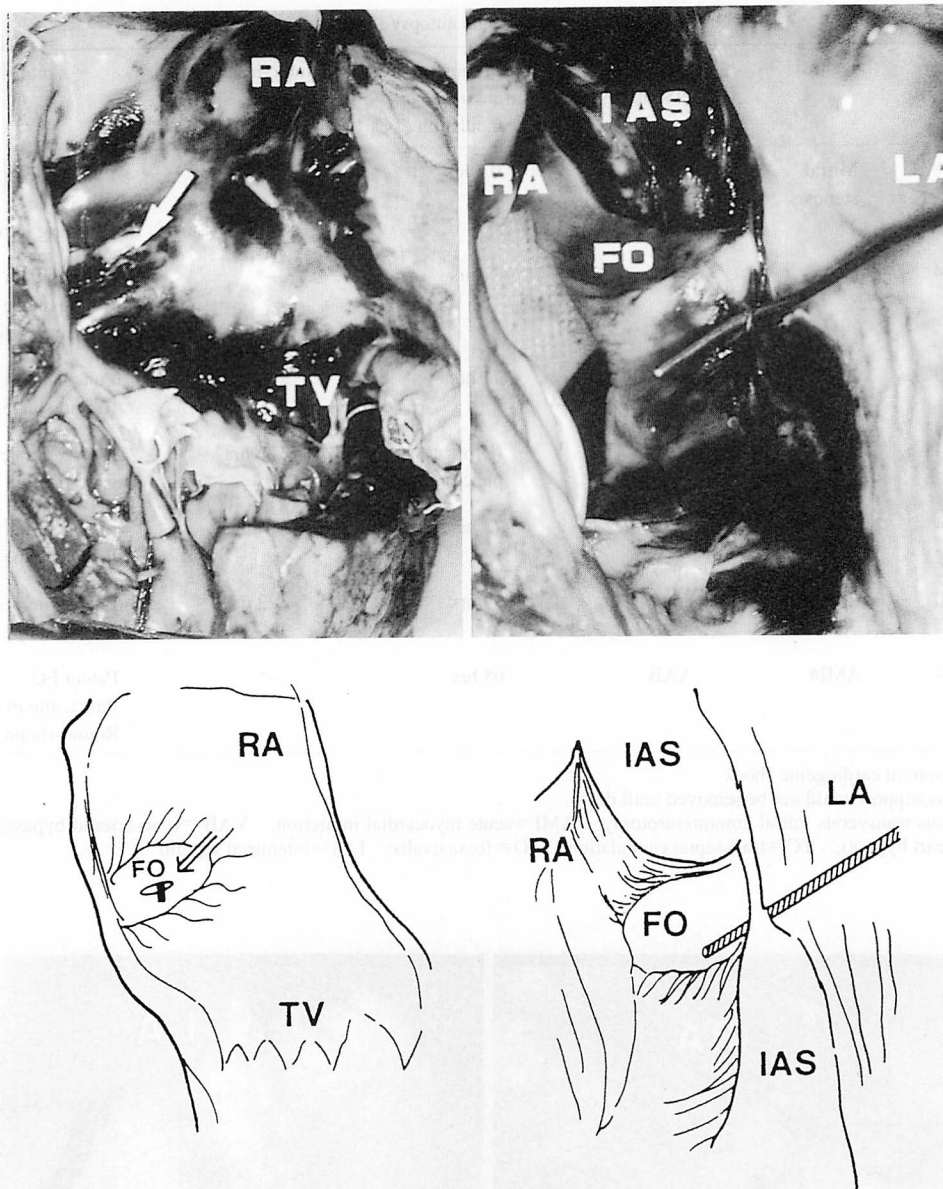


Fig. 2 Patient 2. Patient with acute myocardial infarction and cardiogenic shock supported by atrio-arterial bypass

Photos showing the transseptal puncture site located in the fossa ovalis (arrow, left), and the bougie through it (right).

TV=tricuspid valve. Other abbreviations as in Table 1 and Fig. 1.

の石灰化の程度と範囲がより鮮明に撮影できた (Fig. 5).

心房中隔穿刺を行った6日後に死亡した症例5では、卵円窩にある穿刺孔は完全に閉鎖しているのが確認できた (Fig. 6).

心房中隔穿刺が可能であった6例の全症例で、穿刺

孔が卵円窩にあったことが病理学的に確認できた。その穿刺孔はほぼ円形に近く裂開等は認められなかった。しかし、7例中2例で穿刺孔から心房中隔心筋内への出血が軽度みられた。遠隔期に死亡した4例では2例で穿刺孔の完全閉鎖を、他の2例で径1mm程度の半閉鎖孔が確認できた (Table 1).

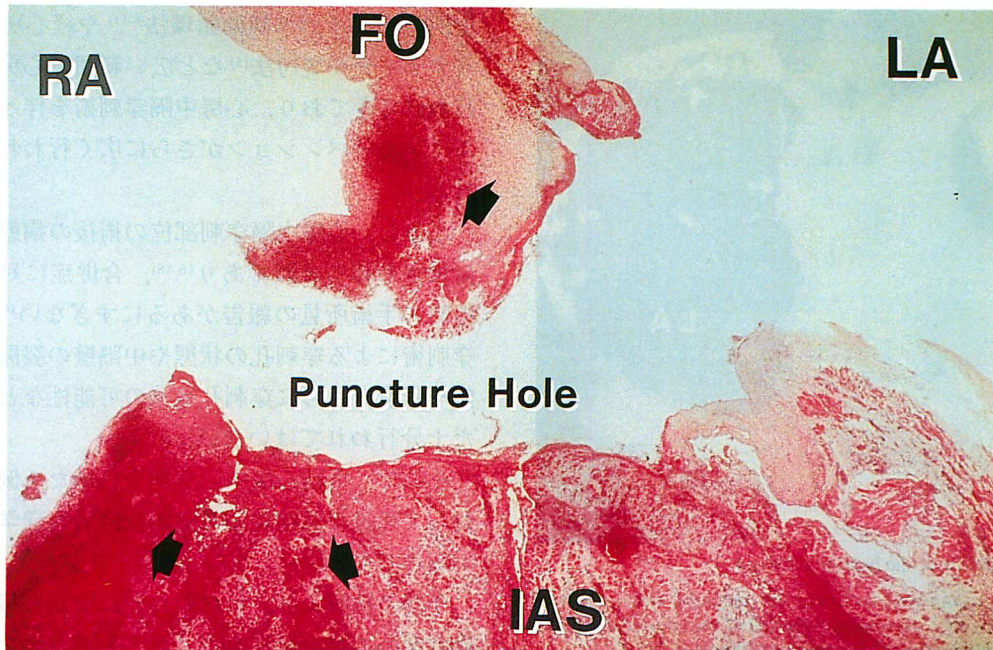


Fig. 3 Micrographs of the transseptal puncture site in patient 2
Infiltration of red blood cells into the wall of interatrial septum around the puncture site was observed, but without necrosis. Abbreviations as in Figs. 1 and 2.

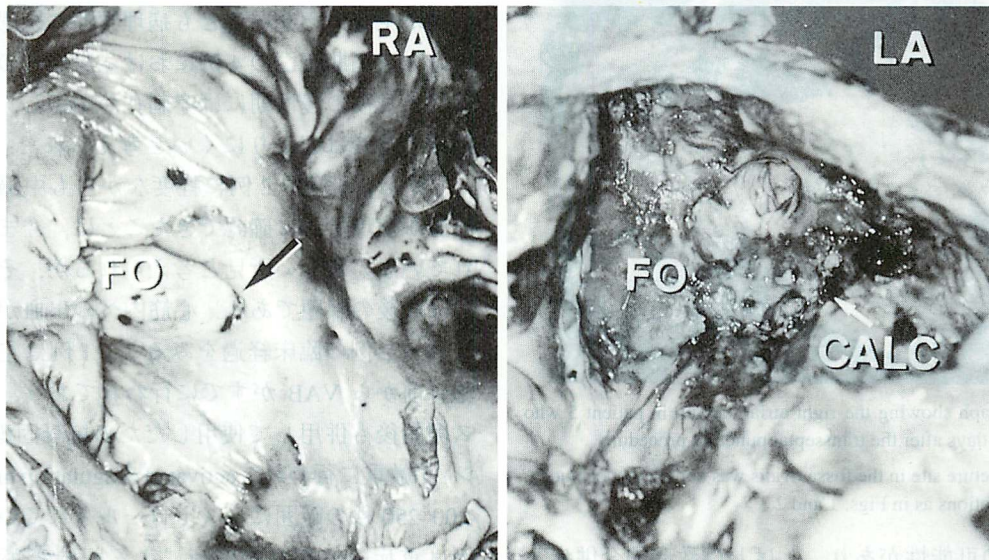


Fig. 4 Photographs showing the interatrial septum viewed from the right and left atrium in patient 4 with chronic renal failure
A small scratch made by the unsuccessful transseptal puncture was seen on the fossa ovalis in the right atrial side (arrow), but not in the left atrial side.
CALC=calcification. Other abbreviations as in Fig. 1.

考 案

経皮的僧帽弁交連裂開術は、1982年 Inoue ら^{1,2)}により僧帽弁狭窄症におけるその臨床的有用性が報告されて以来、現在ではその有用性が広く確認され、僧帽弁

狭窄症に対する治療法の一つとして確立された。この方法は拡張用バルーンの経心房中隔的左房挿入に、心房中隔穿刺が必要不可欠である。心房中隔穿刺には誤穿刺による心タンポナーデの危険性が潜在しており、Grossman ら⁷⁾は大動脈基部冠静脈洞、右房後壁の自由

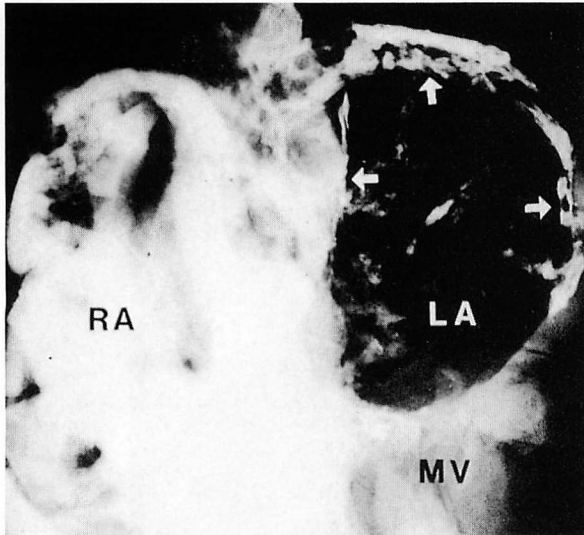


Fig. 5 X-ray finding of the heart in patient 4

The left atrium wall, including the interatrial septum, was calcified severely, preventing puncture of the interatrial septum. MV=mitral valve. Other abbreviations as in Fig. 1.

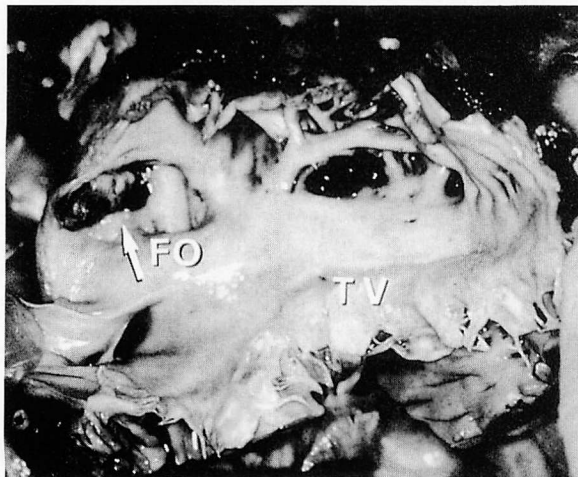


Fig. 6 Photograph showing the right atrial septum in patient 5 who died six days after the transseptal puncture procedure

The puncture site in the fossa ovalis was completely occluded. Abbreviations as in Figs. 1 and 2.

壁の誤穿刺の可能性があり、しばしば致命的合併症となると述べている。この合併症の頻度は穿刺針の穿孔が3%以下、タンポナーデが1%以下、死亡が0.5%以下としている。しかし、これは術者の経験で大きく左右されるとも述べており、この心房中隔穿刺術は心臓カテーテル法の中では最も困難な技術の一つであると記述している¹⁴⁾。

われわれはこの心房中隔穿刺に経食道心エコー図法をガイドとして用いることできわめて安全で確実に施行できることを報告してきた⁹⁻¹³⁾。最近では、さらに経

皮的左心バイパス補助循環法⁹⁻¹¹⁾や経心房中隔的に行うカテーテル焼灼法¹⁵⁾など広い範囲で心房中隔穿刺が行われてきており、心房中隔穿刺術を伴ったカテーテルインターベンションがさらに広く行われると考えられる。

しかし、心房中隔穿刺部位の術後の病態に対する検討はきわめてまれであり¹⁶⁻¹⁸⁾、合併症に対する緊急手術時の手術所見の報告があるにすぎない¹⁹⁾。心房中隔穿刺術による穿刺孔の状態や中隔壁の裂開や損傷の有無や程度、さらに穿刺孔遺残の可能性などの検討はまだ十分行われてはいない。

そこで、今回心房中隔穿刺を行った7例の臨床例に対して死後の剖検による穿刺部位の病理学的検討を行い報告した。

今回の検討より、われわれが以前から報告している経食道心エコー図法をガイドとして用いた心房中隔穿刺は、安全で確実に卵円窩を穿刺できると考えられた。また、14-18 Fr.の経皮的左心バイパス用の左房脱血カニューレの1週間程度の長時間留置では穿刺孔に裂開は生じていないことも病理学的に確認できた。さらに、遠隔期死亡の4例における穿刺孔の閉鎖状態から数ヶ月後の慢性期には穿刺孔が閉鎖し、心房中隔欠損症の遺残は起こりにくいと考えられた。

しかし、6例中2例に軽度ながらも中隔心筋内への出血が病理学的に確認できたことは、今までに報告されていない新しい所見と考えられるが、その臨床的検討は今後の課題である。心筋内への出血が確認されたこれら2例の臨床経過をみると、1例は左心バイパス施行前からVABがすでに行われており、左心バイパス開始後も併用して使用したため抗凝固療法(ヘパリン)が厳重に行われ、activated coagulation time (ACT)は200-250秒の範囲にコントロールされていた。他の1例は重症の僧帽弁狭窄症による肝硬変が合併しており、汎血球減少症とともに血小板の減少($4.3 \times 10^4 / \text{mm}^3$)を認めていた。さらに多臓器不全症候群からDICの併発もあった。これらの臨床経過から考えると、この心筋内出血が出血傾向と関連があると推定できる。しかし、この出血が臨床的に術後の穿刺部治癒機転にどのような影響を及ぼすかは、さらに症例を重ねて注意深く検討していく必要があると考えられた。

結 論

心房内隔穿刺を伴ったカテーテルインターベンションにおける術後の穿刺部位病態を剖検例7例において病理学的に検討した。穿刺部位はすべて卵円窩にあ

り、左房カニューレは正確に卵円窩を通過していた。穿刺孔はほぼ円形に開いており、裂開所見は認められなかった。経食道心エコー図法をガイドとした心房内隔穿刺は、安全確実に卵円窩を穿刺できると考えられた。

要 約

カテーテルインターベンションにおいて経食道心エコーをガイドとして用いた心房内隔穿刺が施行された剖検症例7例に対して、心房内隔の術後穿刺部位病態を病理学的に検討した。

1. 慢性腎不全により10年以上の間人工透析を施行されていた1例で、心房内隔穿刺は不可能であった。この症例では、心房内隔を含めて左房壁全体に高度の石灰化がみられたため、中隔穿刺が困難であったと考えられた。剖検心で卵円窩右房側に穿刺針によってできた心内膜の損傷が認められた。

2. 穿刺可能であった6例の剖検では、心房内隔穿刺孔は5例でほぼ円形を、1例でスリット状を呈していたが、穿刺孔に裂開所見は認められなかった。

3. 経心房内隔カニューレーションから7日と22日に死亡した2症例において、穿刺孔は完全に閉鎖していた。

4. 2例において穿刺孔周囲に心房内隔壁内へ軽度の出血が認められた。1例は経皮的左心バイパス補助を行った症例であり、他の1例は経皮的僧帽弁交連裂開術後24日目に死亡した症例であった。この2例は臨床経過中にヘパリン化ないし凝固機能異常による出血傾向が認められていた。

5. これらの病理学的検討から、すべての症例で心房内隔穿刺は卵円窩に行われたことが確認できた。

6. カテーテルインターベンションにおける心房内隔穿刺において、biplane経食道心エコー図法はきわめて有用なガイドであると考えられた。

J Cardiol 1994; 24: 127-134

文 献

- 1) Brockenbrough EC, Braunwald E: A new technique for left ventricular angiocardiography and transseptal left heart catheterization. *Am J Cardiol* 1960; 6: 1062-1064.
- 2) Inoue K, Nakamura T, Kitamura F, Miyamoto N: Non-operative mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *Jpn Circ J* 1982; 46: 877
- 3) Inoue K, Owaki T, Nakamura T, Kitamura F, Miyamoto N: Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 87: 394-402
- 4) The National Heart, Lung, and Blood Institute Balloon Valvuloplasty Registry: Complication and mortality of percutaneous balloon mitral commissurotomy. *Circulation* 1992; 85: 2014-2024
- 5) Herrmann HC, Ramaswamy K, Isner JM, Feldman TE, Carroll JD, Pichard AD, Bashore TM, Dorros G, Massumi GA, Sundram P, Tobis JM, Feldman RC, Ramee S: Factors influencing immediate results, complication, and short-term follow-up status after Inoue balloon mitral valvotomy: A North American Multicenter study. *Am Heart J* 1992; 124: 160-166
- 6) 茅野真男, 楠原正俊, 大井田史継, 島田 恵, 佐藤 徹, 西川 邦, 鈴木 暁, 熊丸裕也: PTMC 施行時, 心タンポナーデにより死亡した1例. *Jpn J Interv Cardiol* 1992; 7 (Suppl): 193
- 7) Grossman E, Chinitz L, Levite H, Slater J, Winer H: Partial left heart bypass support during high-risk angioplasty. *Circulation* 1989; 80 (Suppl II): II-272 (abstr)
- 8) Babic UU, Grujicic S, Djuricic Z, Vucinic M: Percutaneous left atrial-aortic bypass with a roller pump. *Circulation* 1989; 80 (Suppl II): II-272 (abstr)
- 9) Miyamoto N, Kyo S, Imafuku H, Motoyama T, Muratsugu T, Ide M, Omoto R, Dohi Y: Case report of treatment for cardiogenic shock using percutaneous cardiopulmonary support in combination of V-A bypass and A-A bypass. *Coronary* 1992; 9 (Suppl):

- 175-178
- 10) Kyo S, Motoyama T, Miyamoto N, Noda H, Dohi Y, Omoto R : Percutaneous introduction of left atrial cannula for left heart bypass : Utility of biplane transesophageal echocardiographic guidance for transseptal puncture. *Artificial Organs* 1992; **16** : 386-391
 - 11) Kyo S, Motoyama T, Miyamoto N, Muramatsu T, Imafuku H, Ide M, Dohi Y, Omoto R: A case of PTCA supported by percutaneous left heart bypass (left atrial-aortic bypass: PCPS-AAB). *Jpn J Interv Cardiol* 1992; **7** : 262-268
 - 12) Miyamoto N : Intraoperative monitoring of percutaneous transvenous mitral commissurotomy by biplane transesophageal echocardiography. *J Saitama Med School* 1992; **19** : 251-262
 - 13) Miyamoto N, Kyo S, Motoyama T, Muramatsu T, Imafuku H, Ide M, Matsumura M, Dohi Y, Omoto R : A preferable Brockenbrough puncture site of PTMC to minimize ASD shunt flow. *Jpn J Med Ultrason* 1991; **18** (Suppl II) : 223-224
 - 14) Conti CR, Grossman W : Percutaneous approach and transseptal catheterization. *in Cardiac Catheterization and Angiography* (ed by Grossman W), Lea & Febiger, Philadelphia, 1974; pp59-69
 - 15) Warin JF, Haissaguerre M, Lemetayer P, Guillen JP, Blanchot P : Catheter ablation of accessory pathways with a direct approach: Results in 35 patients. *Circulation* 1988; **78** : 800-815
 - 16) Imafuku H, Kyo S, Motoyama T, Muramatsu T, Ide M, Miyamoto N, Naito T, Matsumura M, Omoto R, Dohi Y : Evaluation of the shunt flow through the atrial septal defect created by the Brockenbrough puncture during percutaneous transluminal mitral commissurotomy. *Jpn J Med Ultrason* 1991; **17** (Suppl II) : 315-316
 - 17) Yoshida K, Yoshikawa J, Akasaka T, Yamaura Y, Shakudo M, Hozumi T, Fukaya T : Assessment of left-to-right atrial shunting after percutaneous mitral valvuloplasty by transesophageal color Doppler flow-mapping. *Circulation* 1989; **80** : 1521-1526
 - 18) Ishikura F, Nagata S, Yasuda S, Yamashita N, Miyatake K : Residual atrial septal perforation after percutaneous transvenous mitral commissurotomy with Inoue balloon catheter. *Am Heart J* 1990; **120** : 873-878
 - 19) 大川育秀, 荒川博徳, 高木寿人, 久保清景, 村瀬恭一 : 外科的治療を必要としたカテーテルによる弁形成術症例の検討. *心血管外科* 1990; **20** : 73-75