

右室梗塞に合併した重症低酸素血症の治療：一時的卵円孔閉鎖術が著効した1例

Treatment of Refractory Hypoxemia Due to Right-to-Left Interatrial Shunt Complicating Right Ventricular Infarction : Successful Short-Term Percutaneous Catheter Closure of the Patent Foramen Ovale

松尾 龍平*
中村 隆志
松井 浩之
小野 紀弘

Ryohei MATSUO*
Takashi NAKAMURA
Hiroyuki MATSUI
Norihiro ONO

Abstract

Refractory hypoxemia as a complication of right ventricular infarction is rare. A 74-year-old man developed persistent hypoxemia due to right-to-left interatrial shunting through a patent foramen ovale during the acute phase of right ventricular infarction. Short-term percutaneous transvenous closure of the patent foramen ovale with a large balloon occlusion catheter was life-saving.

Key Words

myocardial infarction (right ventricular), hypoxia (hypoxemia), patent foramen ovale, right-to-left shunt

はじめに

卵円孔開存は全剖検例の約30%に認められる¹⁻³⁾。右室梗塞に卵円孔開存を合併した場合、右室コンプライアンス低下などにより右房圧が上昇すると、卵円孔を介して心房間での右-左シャントを生じ、その結果として酸素投与に反応しない低酸素血症を引き起こし、予後不良の転帰をとることが報告されている³⁻⁶⁾。われわれは開心術時に用いる大動脈遮断用バルーンカテーテルを用いて、短期間の間、卵円孔を閉鎖することで救命しえた右室梗塞の1例を経験したので、考察を加えて報告する。

症 例

症 例 74歳, 男

主 訴: 胸痛

家族歴: 特記すべきことなし

既往歴: 60歳時、間欠性完全房室ブロックのためDDDペースメーカー植え込み。

現病歴: 1993年10月26日、朝から胸痛と労作時息切れが出現し、16時50分当院救急センターを受診した。

入院時現症: 身長168cm, 体重55kg, 血圧110/70mmHg, 脈拍100/分。意識は清明で、頸静脈拡張は認めなかった。聴診上、心音減弱を認めたが過剰心音、心雑音はなく、肺ラ音は聴取されなかった。腹部には異常所見なく、四肢に浮腫、冷感およびチアノーゼを認めなかった。

入院時検査所見: 血液検査所見では、白血球数13,000/mm³, CK 685 IU/l, GOT 80 IU/l, LDH 668 IU/lで、動脈血ガス分析では動脈血酸素分圧74.9mmHgと低酸素血症は認めなかった。

心電図では心拍数100/分の房室接合部性頻拍、完全右脚ブロックでP波は認めず、II, III, aVF誘導の

済生会滋賀県病院 内科: 〒520-30 滋賀県栗太郡栗東町大橋 2-4-1; *(現) 宇治病院 内科: 〒611 京都府宇治市五ヶ庄芝東 54-2
Department of Internal Medicine, Saiseikai Shiga Hospital, Shiga; *(present) Department of Internal Medicine, Uji Hospital, Kyoto
Address for reprints: MATSUO R, MD, Department of Internal Medicine, Uji Hospital, Gokasho-Shibahigashi 54-2, Uji, Kyoto 611
Manuscript received March 20, 1995; accepted June 1, 1995

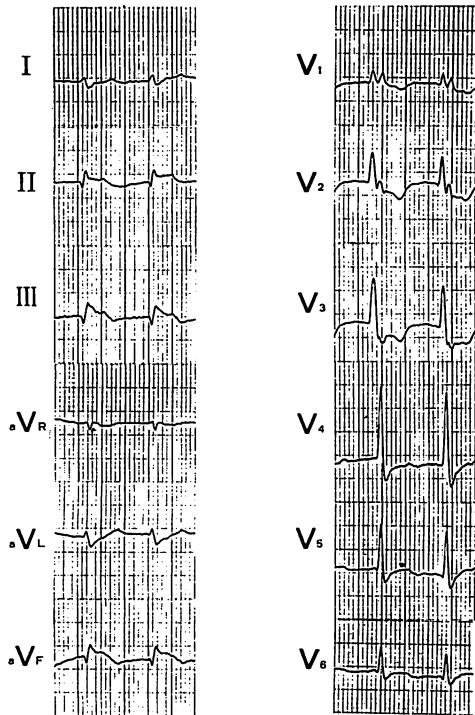


Fig. 1 Standard 12-lead electrocardiogram (ECG) on admission

ECG shows absence of P waves, AV junctional tachycardia, complete right bundle-branch block, small q waves, ST segment elevation in leads II, III and aVR, wide R waves, and ST segment depression in leads V₁-V₃, suggestive of an acute inferior and high posterior infarction.

q波とST上昇, V₁-V₃誘導での幅の広いR波とST低下を認め, 下壁から高位後壁へ及ぶ急性心筋梗塞が示唆された (**Fig. 1**). 胸部 X線写真では肺うっ血所見はなく, 心胸郭比 43%であった. 経胸壁心エコー図法では左室後下壁と右室自由壁の無収縮を認めた. 以上より, 右室梗塞を合併した後下壁梗塞と診断した.

緊急冠動脈造影では右冠動脈起始部に完全閉塞を認め, 経皮的冠動脈形成術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty: PTCA) を施行し, 再疎通 (残存狭窄 50%) を得た. 左冠動脈には有意狭窄は認めなかった.

臨床経過: 術中より徐脈, 低血圧, 乏尿が出現し, 大量輸液と catecholamine の投与を行った (**Fig. 2**). DDDペースメーカーが装着されているにもかかわらず心房刺激に対して心房の興奮がなく, 心内心電図より心房静止と診断した. 徐脈時に心室ペーシングになると血圧は低下し, 収縮期血圧 80-110 mmHg の低血圧が持続した. 第 3 病日に呼吸困難, チアノーゼが出現し, 12 l/min (FiO₂=50%) の酸素吸入によっても動脈血酸素

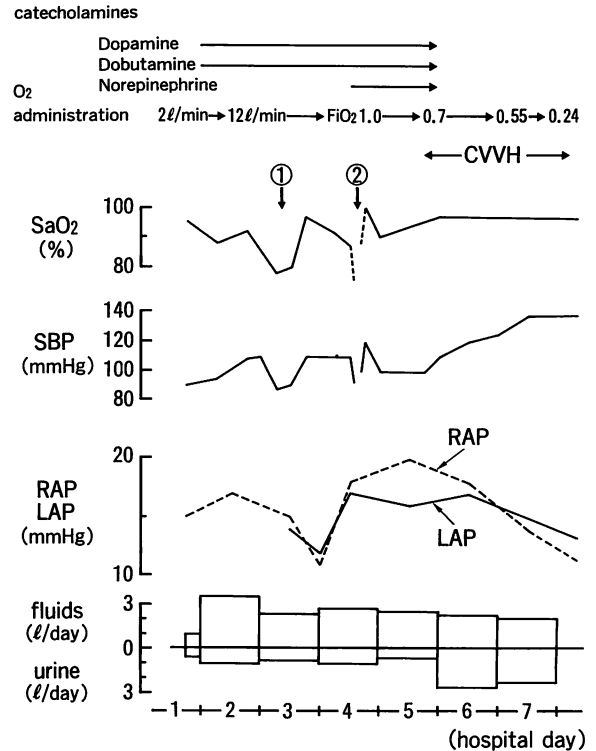


Fig. 2 Clinical course

The patient was treated with intravenous fluids and catecholamines for hypotension and oliguria. On the third hospital day, he became severely hypoxic despite a high FiO₂ value. Closure of the patent foramen ovale with a Swan-Ganz catheter was effective for only a few hours (①). The next day he had profound hypoxemia, worsening hypotension and electromechanical dissociation. Immediate cardiopulmonary resuscitation followed by closure of the foramen ovale using a large balloon catheter was life-saving (②). After the closure, right-sided congestion occurred and was resolved by CVVH. The large balloon was safely removed on the 10th hospital day. FiO₂=forced inspiratory oxygen; SaO₂=arterial O₂ saturation; SBP=systolic blood pressure; RAP=right atrial pressure; LAP=left atrial pressure; CVVH=continuous veno-venous hemofiltration.

分圧 42.1 mmHg と重症低酸素血症を認めた. 胸部 X線写真では肺うっ血, 胸水などの所見はなく, 心エコー図法では心房中隔卵円窩に膜様構造の粗動を認めた. そこで心窩部アプローチで卵円窩を描出し, コントラスト心エコー図法を施行したところ, 卵円孔での右-左シャントを検出した (**Fig. 3**).

またカラードプラー法では卵円孔での右房から左房へ向かう血流シグナルを認め (**Fig. 4-A**), 同部位で行ったパルス・ドプラー法では右-左シャント優位の両方向性シャントを認めた (**Fig. 4-B**).

次に Swan-Ganz カテーテルを挿入し, 血行動態と酸素飽和度を測定した (**Table 1**). 右大腿静脈より挿入した Swan-Ganz カテーテルは右房から左房に通過し, 肺

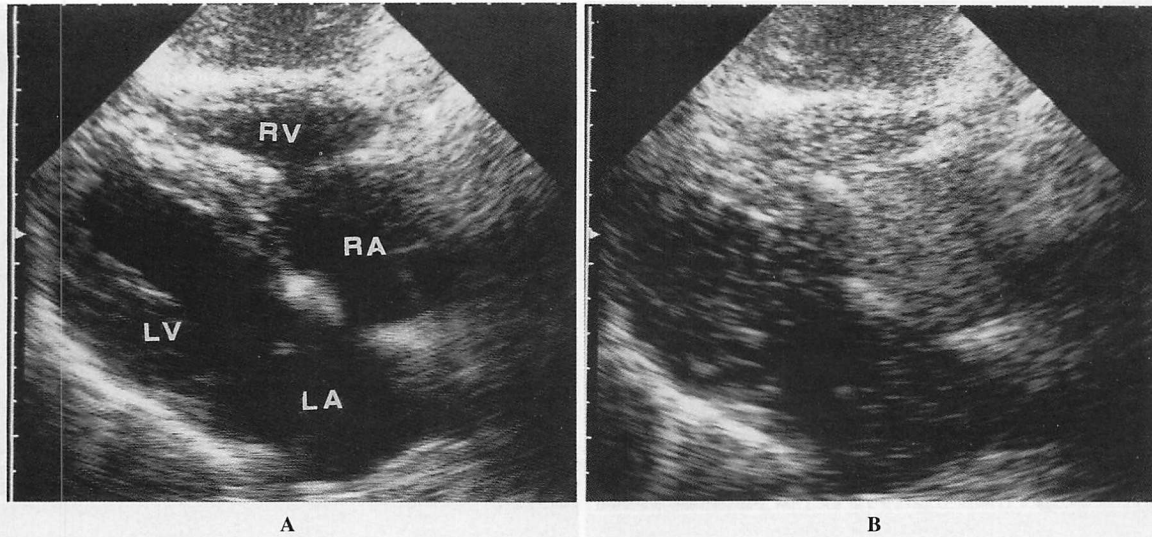


Fig. 3 Subcostal four-chamber view of the heart before (A) and during (B) contrast two-dimensional echocardiography, demonstrating right-to-left shunt at the atrial level

A redundant fossa ovalis is noted in the atrial septum (A). Intravenous injection of contrast medium passed through the interatrial septum into the left atrium, and appeared in the left ventricle (B).

Tricuspid regurgitation is also observed.

RA=right atrium; RV=right ventricle; LA=left atrium; LV=left ventricle.

静脈での酸素飽和度は 98% ($PO_2=169$ mmHg) であり、左房での酸素飽和度は 87% と、左房での酸素飽和度の低下を確認した。右-左短絡率は 28% であった。Swan-Ganz カテーテルのバルーンを左房内で拡張し卵円孔の閉鎖を試みたところ、左房血、末梢動脈血の酸素飽和度は速やかに 98% に改善した。Swan-Ganz カテーテルを同部位で固定し帰宅したが、数時間後にはバルーンが右房に抜けてしまい、その効果は一時的であった。その後徐脈発作、心室頻拍、血圧低下を繰り返す。翌日には低酸素血症の増悪からショック、意識消失、ペースメーカー調律の電気収縮解離 (electromechanical dissociation) に陥った。そこで心肺蘇生を行いながら、X線透視下で大動脈遮断用バルーンカテーテル (メディテック製、最大拡張時バルーン外径 27 mm: 以下、ラージバルーン) を用いて卵円孔閉鎖を試みた。まず左大腿静脈よりマルチパーパスカテーテルを用いて卵円孔を通過させ、ガイドワイヤー先端を左肺静脈まで進め、ラージバルーンカテーテルと交換し、左房内でバルーンに造影剤 8 ml を注入し径 24 mm まで拡張した (Fig. 5)。さらにカラドップラー法を用いてシャント血流が消失するようにバルーンの位置を微調整した (Fig. 4-C)。ラージバルーン挿入により動脈血酸素分圧は 48.5 mmHg (SaO_2 86%) から 237 mmHg (SaO_2 99%) へ劇的に改善した。ラージバルーン挿入以

後は低酸素血症は消失したが、右心不全が顕在化して胸腹水貯留など急速に全身性浮腫を生じたため、持続血液過法を施行した。第 5 病日に心房の電氣的興奮が再開し、心電図上にも P 波が認められ、血圧が上昇、血行動態が安定した。また第 10 病日にはラージバルーンが左房内にフローティングして (Fig. 4-D)、左-右シャントが観察された。

右房・右室圧波形も経時的に改善し (Fig. 6)、第 10 病日にはラージバルーンを抜去し、人工呼吸からも離脱した。その後低酸素血症の再発は認めず経過良好であった。経食道心エコー図法では心房中隔の粗動を認めたが、明らかな欠損孔はなく、卵円孔開存と診断した。

考 察

右室梗塞症例で酸素投与に反応しない低酸素血症が出現する機序として、右房圧上昇による卵円孔を介しての右-左シャントが挙げられる⁷⁻¹⁰⁾。本病態では吸入気酸素濃度を上げて低酸素血症は改善せず、人工呼吸、とくに呼気終末陽圧呼吸 (PEEP) は、右-左シャントを増大させ、むしろ低酸素血症を悪化させることも本症を疑うきっかけとなる¹¹⁾。本例ではさらに輸液療法、三尖弁逆流、心房静止による心房ペースキング不全、徐脈時の心室ペースキングなどが重なって、右房圧上昇

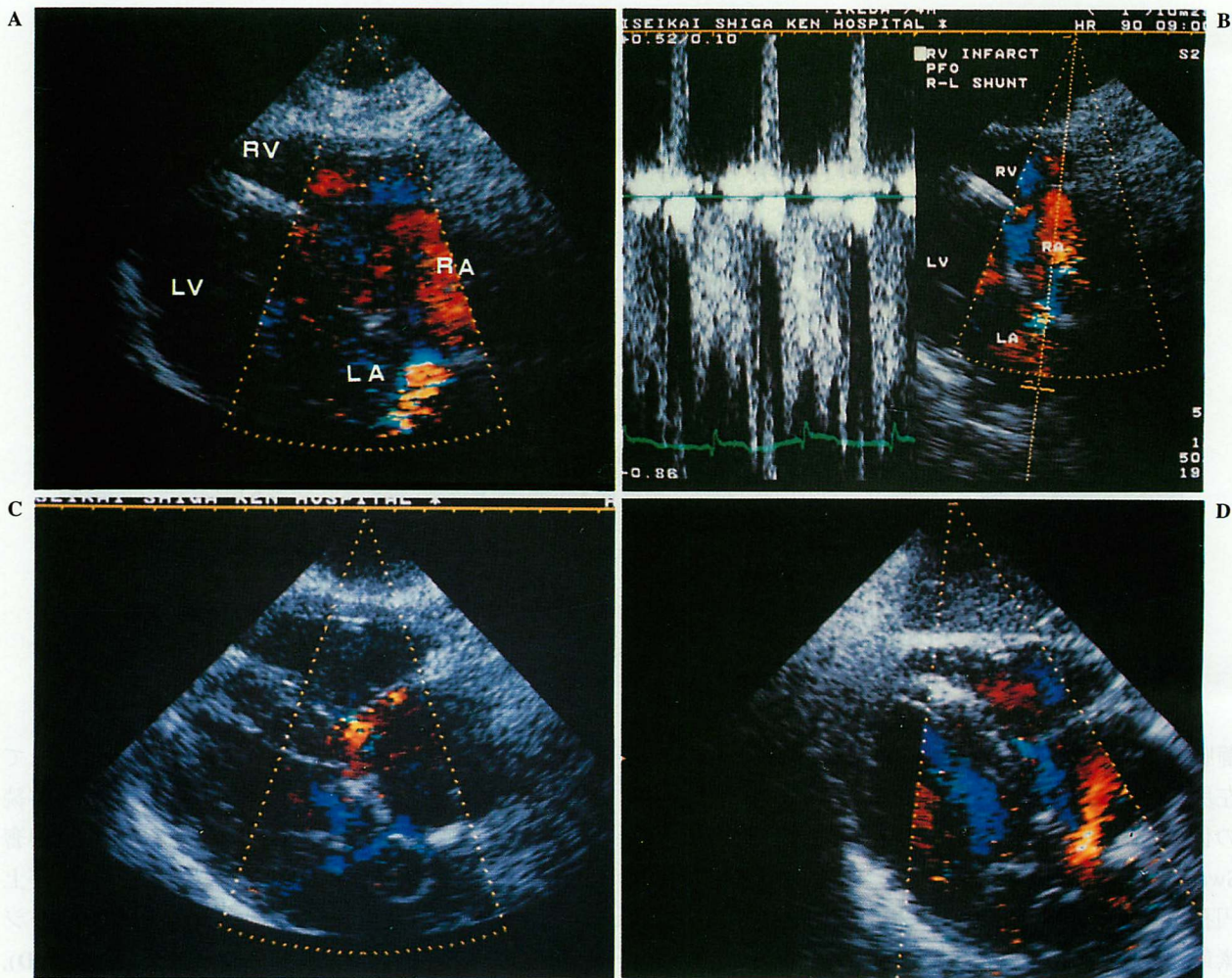


Fig. 4 Doppler echocardiographic findings

- A : Color Doppler echocardiogram showing right-to-left interatrial shunting.
 - B : Pulsed Doppler echocardiogram showing bidirectional but right-to-left dominant shunting.
 - C : Color Doppler echocardiogram showing the large balloon within the left atrium close to the patent foramen ovale. Right-to-left shunting is corrected.
 - D : Color Doppler echocardiogram on the 10th hospital day showing the large balloon floating in the left atrium. Right-to-left shunting has disappeared and left-to-right shunting is seen.
- Abbreviations as in Fig. 3.

さらには右-左シャントを増大させ低酸素血症の増悪に働いたと考えられる。とくに右室梗塞時の大量輸液療法¹³⁾の施行にあたっては、卵円孔開存の有無に注意が必要と思われる。

右室梗塞に心房間での右-左シャントを合併した重症低酸素血症の症例は、検索しえた限りでは9例が報告されているにすぎず、確立された治療法はない^{3-10,13)}。保存的療法が無効の場合の救命例は、手術により卵円孔を閉鎖した1例⁷⁾、Swan-Ganzカテーテルを用いた1例⁸⁾の計2例のみである。本例では最初Swan-Ganzカテーテルを用いて卵円孔閉鎖を試みたが、シャント孔

が比較的大きいためかバルーンが滑脱してしまった。心房の拡張に伴うシャント孔の拡大も考慮して、確実に閉鎖できるバルーンサイズが必要である。そこでわれわれは開心術用のラージバルーンを用いたが、Swan-Ganzカテーテルに比べてバルーンの耐久性が優れており、先端孔から左房圧をモニターし左房血をサンプリングできる。

手技上の留意点としては、X線透視、断層心エコー図で確認のうえでバルーンを左房内で拡張し、心房中隔に接しカラードップラー法でシャント血流が消失するように留置した。このとき左房内血流を妨げないこ

Table 1 Hemodynamic data

Hemodynamics	
Cardiac output	3.69 l/min
Cardiac index	2.30 l/min/m ²
Heart rate	96 bpm
Arterial pressure	104/64 mmHg
Pulmonary arterial pressure	26/12 (18) mmHg
Left atrial pressure	(10) mmHg
Right atrial pressure	(11) mmHg
Right ventricular pressure	24/0-12 mmHg
O ₂ saturation	
Superior vena cava	52%
Inferior vena cava	64%
Right atrium	
High	55%
Mid	83%
Low	67%
Right ventricle	59%
Pulmonary artery	59%
Pulmonary vein	98%
Left atrium	87%
Femoral artery	87%
Shunt ratio	
Right-to-left	28%
Left-to-right	3%

(): mean

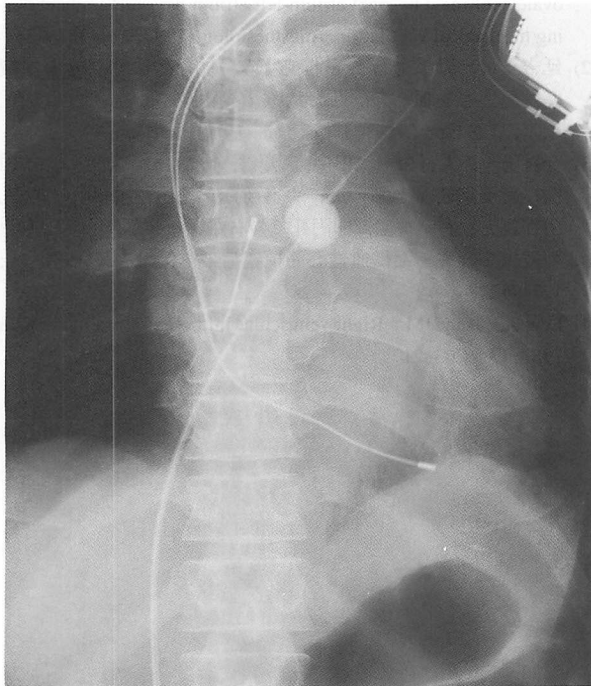


Fig. 5 Chest radiograph showing the contrast-filled large balloon within the left atrium
The tip of the guide wire reaches the left pulmonary vein.

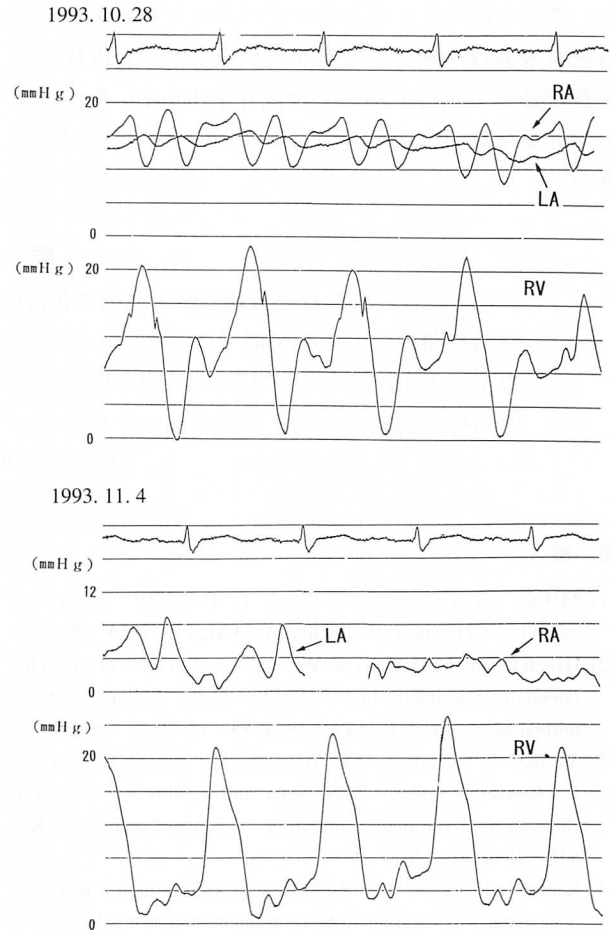


Fig. 6 Pressure tracings from the right atrium, left atrium, and right ventricle

Upper panel shows elevated right ventricular early filling and end-diastolic pressure. A prominent Y descent is also noted in the right atrium on the third hospital day. Right atrial pressure exceeds left atrial pressure during most of the cardiac cycle. Lower panel shows normalization of the pressure waveforms on the 10th hospital day. Abbreviations as in Fig. 3.

とも確認した。留置期間は本例では6日間で、右心機能改善による右房圧低下を確認し抜去した。右室梗塞による右心不全、右室コンプライアンス低下の改善には数日を要するので^{12,14)} その間一時的に卵円孔を閉鎖できれば危機的状況を回避できると考えられる。しかし一方では、右室梗塞での低心拍出量症候群、とくに左室前負荷減少に対して卵円孔開存は血行動態的に有利に作用している可能性がある。また卵円孔を閉鎖して右-左シャントが消失し血行力学的に右心不全が顕在化した場合の対策が必要と思われる。本例では卵円孔閉鎖後、心拍出量は保たれたが、急速に右心不全による全身性浮腫が進行したため持続血液濾過法を施行

し、著効を認めた。またラージバルーン挿入中および持続血液濾過法施行中は血栓塞栓症などの合併症にも注意が必要である。本例では低分子 heparin を使用して十分な抗凝固療法を行い、これらの合併症を回避できた。

結 語

心筋梗塞の合併症として、右室梗塞に卵円孔開存を合併し重症低酸素血症に難渋した1救命例を報告した。

要 約

右室梗塞に合併した重症低酸素血症の報告例は少ない。最近、われわれは右室梗塞の急性期に卵円孔開存による心房間での右-左シャントから治療抵抗性の低酸素血症を生じた74歳、男性の1症例を経験した。本例では開心術時に用いるラージバルーンカテーテルを用いて一時的に卵円孔を閉鎖したことが救命につながった。

J Cardiol 1995; 26: 243-248

文 献

- 1) Meister SG, Grossman W, Dexter L, Dalen JE: Paradoxical embolism: Diagnosis during life. *Am J Med* 1972; **53**: 292-296
- 2) Hagen P, Scholtz D, Edwards W: Incidence and size of patent foramen ovale during the first 10 decades of life: An autopsy of 965 normal hearts. *Mayo Clin Proc* 1984; **59**: 17-20
- 3) Sterling I, Stevens E, De Marneffe M, Renard M, Bernard R: Refractory arterial hypoxemia and right-to-left interatrial shunt in right ventricular infarction. *Arch Mal Coeur* 1990; **83**: 425-427 (in French)
- 4) Krueger SK, Lappé DL: Right-to-left shunt through patent foramen ovale complicating right ventricular infarction: Successful percutaneous catheter closure. *Chest* 1988; **94**: 1100-1101
- 5) Uppstrom EU, Kern MJ, Mezei L, Mrosek D, Labovitz A: Balloon catheter closure of patent foramen ovale complicating right ventricular infarction: Improvement of hypoxia and intracardiac venous shunting. *Am Heart J* 1988; **116**: 1092-1097
- 6) Cox D, Taylor J, Nanda NC: Refractory hypoxemia in right ventricular infarction from right-to-left shunting via a patent foramen ovale: Efficacy of contrast transesophageal echocardiography. *Am J Med* 1991; **91**: 653-655
- 7) Bansal RC, Marsa RJ, Holland D, Beehler C, Gold PM: Severe hypoxemia due to shunting through a patent foramen ovale: A correctable complication of right ventricular infarction. *J Am Coll Cardiol* 1985; **5**: 188-192
- 8) Broderick TM, Dillon JC: Therapeutic balloon occlusion and pharmacologic therapy of a right-to-left atrial shunt produced by right ventricular infarction. *Am Heart J* 1989; **118**: 1044-1047
- 9) Priel I, Jivraj K, Shustack A, Johnston R, Noseworthy T: Unrelenting hypoxemia and fatal myocardial infarction resulting from paradoxical embolization through an atrial septal defect. *Crit Care Med* 1989; **17**: 1357-1358
- 10) Rietveld AP, Merrman L, Essed CE, Trimbos J, Hagemeyer F: Right to left shunt, with severe hypoxemia, at the atrial level in a patient with hemodynamically important right ventricular infarction. *J Am Coll Cardiol* 1983; **2**: 776-779
- 11) Lemaire F, Richalet JP, Carlet J, Brun-Buisson C, MacLean C: Post operative hypoxemia due to opening of a patent foramen ovale confirmed by right atrium-left atrium pressure gradient during mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1982; **57**: 233-236
- 12) 延吉正清, 野坂秀行: 心筋梗塞の合併症の治療. *in* 右室梗塞, 急性心筋梗塞の診断と治療 (広沢弘七郎編). 医学書院, 東京, 1985; pp 291-303
- 13) 今村陽一, 丸谷公一, 田中直秀, 朴 永大, 深見健一, 本田喬, 斉藤宗靖, 土師一夫, 平盛勝彦, 池田正男, 呉 聡栄, 由谷親夫: 右室梗塞, 卵円孔での右左シャント, 心筋内血腫の破裂を合併した出血性心筋梗塞症の一例. *心臓* 1981; **13**: 1271-1278
- 14) Lew AS, Isner JM: Right ventricular infarction. *Cardiovasc Clin* 1982; **13**: 203-217