綜　　説

僧帽弁狭窄症に対する経皮的経静脈的僧帽弁交連裂開術

新潟大学保健管理センター
山　添　　優

新潟大学医学部第一内科
田村　雄助・五十嵐　裕・松原　　琢
田辺　恭彦・堀　　知行・柴田　　昭

Clinical Effects of Percutaneous Transvenous Mitral Commissurotomy in Mitral Stenosis

Masaru YAMAZOE

Health Administration Center, Niigata University

Yusuke TAMURA, Yutaka IGARASHI, Taku MATSUBARA, Yasuhiko TANABE, Tomoyuki HORI and Akira SHIBATA

The First Department of Internal Medicine, Niigata University School of Medicine

Percutaneous transvenous mitral commissurotomy (PTMC) using Inoue balloon catheter was attempted in 61 patients with symptomatic rheumatic mitral stenosis. There were 49 women and 12 men (mean age 50±11 years). PTMC was performed using a stepwise dilatation technique. After PTMC the mean mitral valve pressure gradient decreased from 11.2±5.6 mmHg to 5.6±2.8 mmHg ($p<0.0001$) and the mitral valve area (Gorlin formula) increased from 1.1±0.3 cm^2 to 1.8±0.5 cm^2 ($p<0.0001$). Mitral regurgitation increased by one grade in 15 patients (24.6%), two grades in 5 (8.2%) and three grades in 1 (1.6%). Fifty-nine patients (96.7%) were symptomatically improved. No patients required cardiac surgery or had major complications. At mean follow-up of 7.4 months the mean mitral valve area was 1.6±0.5 cm^2 (Gorlin formula). We concluded that PTMC, using

Reprint requests to: Masaru YAMAZOE, Health Administration Center, Niigata University, Ikarashi 2-nocho, Niigata City, 950-21, JAPAN.

別刷請求先：〒950-21 新潟市五十嵐2の町8050 新潟大学保健管理センター　山添　優

the Inoue balloon, is safe and effective in the treatment of mitral stenosis and a stepwise dilatation technique is useful for preventing the creation of severe mitral regurgitation.

Key words: mitral stenosis, percutaneous transvenous mitral commissurotomy, mitral valvuloplasty
僧帽弁狭窄症，僧帽弁形成術

はじめに

循環器病学において，近年著しく進歩した分野として心臓カテーテル治療 Interventional Cardiology がある．診断から始まった心臓カテーテル法は治療の分野にまで目覚ましい発展をし，冠動脈形成術（PTCA）や不整脈アブレーションは臨床で欠くことはできない．心臓弁膜症である僧帽弁狭窄症においても，バルーンによる経皮的僧帽弁形成術が外科的直視下交連切開術に代わって選択されるようになってきている．

僧帽弁狭窄症 mitral stenosis のほとんどはリウマチ性であり，左房から左室への血液の流入が狭窄した弁によって障害されることによって症状が出現する．弁口面積が 2 cm^2 以下になると，左房と左室間に圧較差を生じ，さらに面積が狭小化すれば，動悸・息切れ・肺うっ血・右心不全などの症状が発生する．従来の治療法では，薬物治療以外には重症例に対して外科的治療が行われていた．外科的治療としては，直視下交連切開術と僧帽弁置換術が確立されているが，近年，井上らが開発したバルーン・カテーテルを用いた僧帽弁形成術である経皮的経静脈的僧帽弁交連裂開術 percutaneous transvenous mitral commissurotomy（PTMC）が，患者に対する侵襲が少ないために次第に普及してきた[1)2)]．今回，当院での PTMC の成績について概説する．

対象と方法

対象は，1989年3月から1994年9月までに，新潟大学医学部附属病院第一内科で PTMC を施行した61例である．性別は男12例，女49例．年齢は23～73歳，平均50±11歳．閉鎖性および直視下交連切開術の既往例は10例．心電図では，洞調律（発作性心房細動・粗動を含む）20例，心房細動41例であった．軽度ないし中等度の大動脈弁逆流の合併は32例（52.5％）にみられた．

PTMC の適応は，僧帽弁狭窄症例のうち労作時の動悸・息切れなどの自覚症状を有し，後述する適応除外に該当せず，informed consent の得られたものとした．適応除外とした例は，(1) 左室造影でⅢ度以上の高度の僧帽弁逆流合併例，(2) 手術適応の明らかな大動脈弁疾患の合併，(3) PTMC 手技に支障をきたす左房内血栓，(4) 感染性心内膜炎の合併，(5) 高度な弁および弁下組織の石灰化や変形である．全例で，PTMC 前に心エコー・ドップラー検査，冠動脈造影を含む診断的心臓カテーテル検査，心臓 CT，運動負荷検査を行った．心房細動例や血栓塞栓症の既往例では術前に十分な抗凝固療法を施行した．

PTMC の方法は，延吉らの方法に準じて行った[2)]．まず，心房中隔穿刺をブロッケンブロー針で行った後，ヘパリンを 200 U/kg を左房内に注入した．ガイドワイヤーを左房に挿入し，ダイレータで穿刺部位を拡大した後，井上バルーンを左房に挿入した．バルーンの左室内への挿入には，まずスタイレット法の変法で行い，挿入困難例ではループ法を用いた．僧帽弁の拡張には初期の例を除き，段階的拡張法で行った．身長から選択したバルーンの規定直径から 4 mm 減の径から 1 mm ごとにサイズアップし，圧較差が半減しない場合には左房圧をみながら規定直径 ＋1 mm のオーバーサイズまで拡張を繰り返した．PTMC 直前と終了後に両心カテーテルによる血行動態の評価と僧帽弁逆流をみるための左室造影を行った．また，承諾の得られた例に対しては，平均約7.4カ月後に再び心臓カテーテル検査を行い，血行動態の評価と左室造影を行った．

得られた結果は，すべて mean±SD であらわし，有意差検定には t 検定を用い，$p<0.05$ をもって有意差ありとした．

結果

1. 血行動態の変化

PTMC 前の僧帽弁圧較差は 11.2±5.6 mmHg から，PTMC 後に 5.6±2.8 mmHg に減少し（$p<0.0001$，**図 1-A**），平均左房圧は PTMC 前 17.4±6.4 mmHg から PTMC 後 12.3±4.7 mmHg に減少した（$p<0.0001$，**図 1-B**）．Gorlin 法で求めた僧帽弁口面積は 1.1±0.3 cm^2 から 1.8±0.5 cm^2 に有意に拡大した（$p<0.0001$，**図 1-C**）．熱希釈法で測定した心拍出量係数は 2.7±0.7

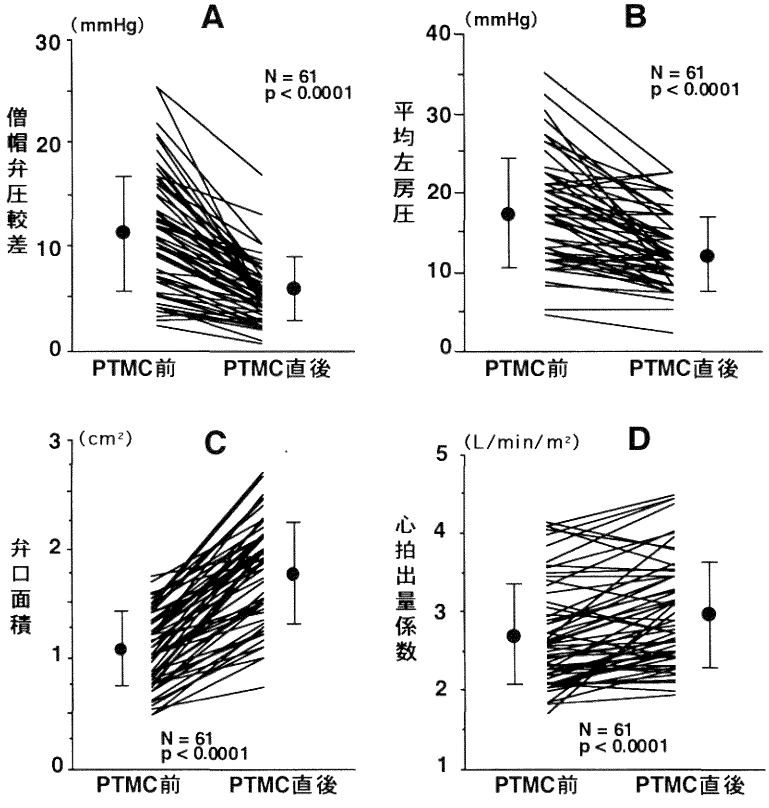


図 1　PTMC 前後の血行動態変化

L/min/m² から PTMC 後 3.0±0.7 L/min/m² に増加した（p<0.0001，図 **1-D**）.

2. 自覚症状の変化

自覚症状の変化を NYHA 分類を用いて図 **2** に示した．NYHA class Ⅱ については，症状の軽い Ⅱs と重い Ⅱm に分けて検討した．PTMC 直後病棟内生活では症状の改善が軽度でも，家庭生活に戻ってみて労作時の動悸や呼吸困難の軽減がはっきりする例も多く，自覚症状は PTMC 後に大部分の症例で軽度ないし著明に改善した．

3. 僧帽弁逆流の変化

同時 2 方向左室造影で評価した PTMC 前後の僧帽弁逆流（MR）の変化を図 **3** に示した．PTMC 前後で MR が不変であったのは39例（63.9％），1 段階の増加が15例（24.6％），2 段階の増加が 5 例（8.2％），3 段階の増加が 1 例（1.6％），1 段階の改善が 1 例（1.6％）であった．MR 増加による自覚症状の悪化や僧帽弁置

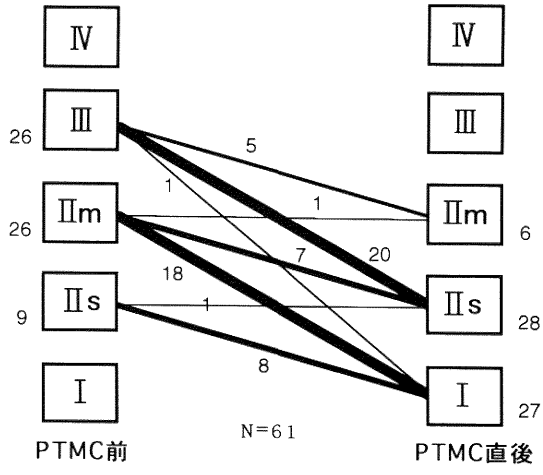


図 2　PTMC 前後の自覚症状（NYHA class）変化

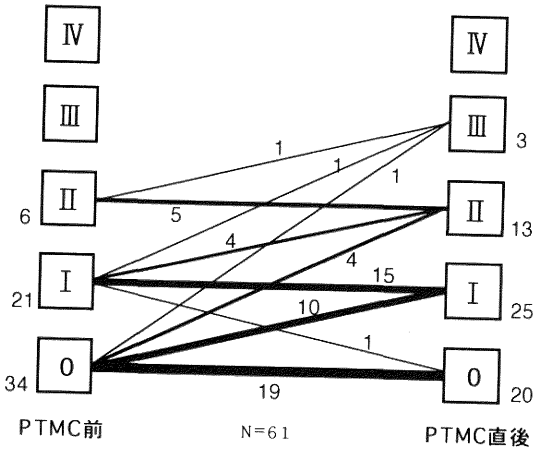


図 3　PTMC 前後の僧帽弁逆流（MR）の変化

換術施行例はなかったが，MR が3段階（0→Ⅲ）増大した1例においては，自覚症状の悪化はみられないが左室拡大がその後みられており，いずれ僧帽弁置換術が必要になると思われた．

4．段階的拡張法とその結果

プロトコールに基づいて段階的拡張を行った連続症例24例について検討した．拡張終了が undersize だった例は7例，nominal size だったのは6例，oversize は11例であった．PTMC 前には各群の弁口面積は平均 1.0 cm^2 と差はなかったが，PTMC 後には undersize 群 1.8±0.5 cm^2，nominal size 群 1.7±0.3 cm^2，oversize 群 1.5±0.4 cm^2 と最終拡張バルーンサイズが大きいほど，弁の開大が悪い傾向にあった（**表 1**）．また，MR 増加例は undersize 群2例（28.5％），nominal size 群1例（16.7％），oversize 群7例（63.6％）と最終拡張バルーンサイズが oversize な群で多い傾向にあった．また，MR 増加例は MR 不変例に比して，段階的拡張の各ステップごとの平均左房圧と左房v波の低下が悪かった．

5．合併症

僧帽弁逆流に関しては上述したとおりであり，僧帽弁置換術を行った例は今のところみられない．心タンポナーデや血栓塞栓症，緊急手術例はみられなかった．1例に大腿動脈穿刺部位の仮性動脈瘤のために後日手術を行った．また，臨床的に問題になるような心房中隔欠損もみられなかった．

考　　案

井上ら[1]によって開発された PTMC は，僧帽弁狭窄症に対する治療法を変えることとなった．近年僧帽弁狭窄症の重症例に対しては，開心術による直視下交連切開術か僧帽弁置換術のいずれかを，弁および弁下組織の性状，僧帽弁逆流の程度などで選択することが治療法として確立していた．しかし，心臓カテーテル治療である PTMC は，開心術に比べ患者への負担が著しく少なく，適切な症例選択により安全でかつ十分な効果が得られることがわかってきた[2]．

PTMC の適応

PTMC の良い適応は，弁の性状が直視下交連切開術に適しており，かつ手技に支障をきたすような左房内血栓がない例といえる．症状のある僧帽弁狭窄症の患者では，第一に心エコー・ドップラー法を行い PTMC の適応がありそうかどうか検討する．心エコー・ドップラー法で，弁および弁下部組織の石灰化が強くなく，弁の可動性が良く，左房内血栓がない場合は，患者の承諾が得られれば PTMC の方針として検査を進める．既往に血栓塞栓症があっても PTMC は禁忌でなく，われわれの成績でも問題はなかった．左房内血栓があっても左

表 1　最終拡張バルーン径と PTMC 前後の弁口面積（MVA），僧帽弁逆流（MR）

バルーン径	Undersize	Nominal size	Oversize
症例数	7	6	11
MVA（前）	1.0±0.4	1.0±0.2	1.0±0.3
MVA（後）	1.8±0.5	1.7±0.3	1.5±0.4
MR 不変	5	5	4
MR 増加	2 0→1（S） 0→2（S）	1 0→3（S）	7 0→1（SS，S，S） 1→2（SS，SS，S） 1→3（SS）

SS＝24 mm 径バルーン；S＝26 mm 径バルーン

心耳内血栓では PTMC は可能であり，他の部位の血栓でも抗凝固療法後に可能となることもある．心臓 CT 検査は，左房内血栓の検索と安全な心房中隔穿刺に有用な情報を得るために施行すべきである．その他，PTMC の効果を評価するために呼気ガス分析を含めた運動負荷試験を PTMC 前後に行っている．もちろん，PTMC の適応決定には冠動脈造影を含めた心臓カテーテル検査は必須である．

段階的拡張法

PTMC の経験を積んでくると，弁や弁下部組織の石灰化が強い例でも，開心術不適などの理由で PTMC を施行する例を経験するようになった．また，弁の性状の良い例ではできる限り十分な拡張をしたいと考えるようになった．その場合に問題になるのは，僧帽弁逆流の増加をいかに最小限にとどめて最大の拡張効果を得るかということである．そのためにわれわれはプロトコールに基づいた段階的拡張法を採用している．症例の身長によって選択したバルーンを，希釈した造影剤で直前に拡張試験をし，正確に 1 mm ごとの段階的拡張ができるように準備しておく．PTMC は nominal size より 4 mm 小さい径から拡張開始し，1 段階 1 mm づつのサイズアップの拡張ごとに血行動態を観察し，nominal size より 1 mm 大きい oversize の拡張を最終とするものである．最大 6 段階の拡張となる．平均左房圧と左房 v 波が undersize での拡張から大きく低下し，僧帽弁圧較差も少なくなる場合は交連の裂開が順調であり，圧較差の半減以下が最終的に期待できる．ただし，平均左房圧と左房 v 波が明らかに増加した場合（2 mmHg 以上）は，圧較差が減少傾向にあっても僧帽弁逆流が発生したと考え，僧帽弁逆流の評価後 PTMC を終了すべきである．また，undersize での拡張開始からバルーン径をサイズアップしていっても平均左房圧と左房 v 波の低下が悪い場合には，交連の癒着が強いものと思われその後の拡張には細心の注意が必要である．このような症例では，平均左房圧と左房 v 波がわずかに増加した時点で，僧帽弁逆流の程度や交連の裂開について検査すべきであり，圧較差が半減しなくても拡張を終了しなければならないことが多い．井上バルーンを用いた段階的拡張法により，高度な僧帽弁逆流症がすべて防げるとは考えられないが，少なくとも緊急手術にならずにその患者に対する最大の効果が得られると考えている[3]．

段階的拡張法では拡張回数が多くなるため，バルーンの左室内への挿入には，われわれはループ法でなくスタイレット法の変法で行っている．左室内挿入時にバルーンを希釈した造影剤でわずか膨張させ，付属のU字型のスタイレットの先端を僧帽弁を向くようにほぼ直角に曲げ，左房の大きさと中隔穿刺位置によりU字型の大きさを変える．この方法ではガイドワイヤーを用いないためにすばやくバルーンを左室に挿入でき，段階的拡張には適した方法と考えている．

PTMC 成功基準

PTMC の成功基準を検討するため，共同研究者の大島らは PTMC 前後の運動負荷時血行動態を PTMC 後の僧帽弁口面積で比較した[4][5]．その結果，PTMC 後の僧帽弁口面積が 1.5 cm^2 以上に開大した群では 1.5 cm^2 未満しか開大しなかった群に比較して，運動時の肺小動脈抵抗の増加がなく，肺動脈圧の増加も少なかった．この結果から，PTMC の成功基準として（1）僧帽弁口面積が 1.5 cm^2 以上に開大，（2）僧帽弁逆流がⅡ度以内，（3）自覚症状の改善，（4）合併症の発生がないこと，などがあげられよう．しかし，開心術と違い患者への負担が少ないことや僧帽弁置換術という手段も残されていることもあり，患者の自覚症状が改善し喜んでもらえれば，僧帽弁口面積が 1.5 cm^2 未満でも一応成功といってよいと思われる．また，PTMC 直後に自覚症状は著明に改善する例が多いが，そのメカニズムとして共同研究者の田辺らが行った呼気ガス分析の結果から，運動耐容能の増加ではなくて過剰換気の減少によることがわかった[6][7]．

合併症に対する対策

PTMC は開心術による直視下交連切開術や僧帽弁置換術に比較して，患者への負担が少なく自覚症状の改善も得られることがわかったが，僧帽弁狭窄症の治療として普及するためには，開心術よりも安全であることが必要である．問題になる合併症としては，心房中隔穿刺に伴う心タンポナーデ，血栓塞栓症，高度な僧帽弁逆流症があげられている[2]．

心房中隔穿刺に伴う心タンポナーデを避けるために，PTMC 前に心臓 CT により両心房の位置関係・心房中隔の角度や厚さをみておくこと，PTMC 施行時に患者の体が曲がっていないか注意すること，穿刺前に右房造影を大動脈が描写されるまで行い両心房の関係などから穿刺位置を決めること，鋭利な穿刺針を使うこと，穿刺する際に針先の感触に注意すること，輸血の用意，心臓外科に対するあらかじめの協力依頼などを行っている．

血栓塞栓症に対する注意として，経食道法を含めた心エコー法と心臓 CT による心内血栓の探索，冠動脈造影による血栓への栄養動脈の有無について調べている．

手技に支障をきたす血栓がみられる場合は PTMC は禁忌であり外科手術とすべきである．左心耳内の血栓などでは PTMC は可能であるが，十分な抗凝固療法後に施行するのが望ましい．過去に血栓塞栓症の既往のある例，心房細動例でも同様である．われわれの経験した61例ではこれらの大きな合併症はみられていないが，一例ごとに対して合併症予防の十分な配慮が必要である．

ま と め

経皮的経静脈的僧帽弁交連裂開術（PTMC）を61例に施行した結果，Gorlin 法で求めた僧帽弁口面積は 1.1±0.3 cm^2 から 1.8±0.5 cm^2 に有意に拡大し，僧帽弁圧較差と平均左房圧も有意に減少した．自覚症状は PTMC 後に大部分の症例で改善した．PTMC 後の僧帽弁逆流は，不変が39例（63.9％），1～2段階の増加が20例（32.8％），3段階の増加が1例（1.6％），1段階の改善が1例（1.6％）であった．MR 増加による自覚症状の悪化や僧帽弁置換術施行例はなかった．心タンポナーデや血栓塞栓症などの合併症はなく，手技的には段階的拡張法が最大の拡張効果を得るために有用と考えられた．

PTMC は患者への負担が少なく，安全でかつ自覚症状の改善が期待されるため，直視下交連切開術に適している弁の性状をもった僧帽弁狭窄症の患者の治療に選択されるべきである．

参 考 文 献

1) **Inoue, K., Owaki, T., Nakamura, T., Kitamura, F. and Miyamoto, N.**: Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. J Thorac Cardiovasc Surg, **87**: 394～402, 1984.

2) **Nobuyoshi, M., Hamasaki, N., Kimura, T., Nosaka, H., Yokoi, H., Yasumoto, H., Horiuchi, H., Nakashima, H., Shindo, T., Mori, T., Miyamoto, A. and Inoue, K.**: Indications, complications, and short-term clinical outcome of percutaneous transvenous mitral commissurotomy. Circulation, **80**: 782～792, 1989.

3) **Feldman, T., Carroll, J.D., Herrmann, H.C., Holmes, D.R., Bashore, T.M., Isner, J.M., Dorros, G. and Tobis, J.M.**: Effect of balloon size and stepwise inflation technique on the acute results of Inoue mitral commissurotomy. Cathet Cardiovasc Diagn, **28**: 199～205, 1993.

4) **大島 満，松原 琢，田辺恭彦，山添 優，田村雄助，五十嵐裕，山崎ユウ子，山口利夫，水戸元子，小山 仙，和泉 徹，柴田 昭，三井田努，小田弘隆，樋熊紀雄**: 経皮的僧帽弁交連裂開術（PTMC）の運動負荷時心機能に及ぼす影響，心血管，**5**: 443～449，1990.

5) **Ohshima, M., Yamazoe, M., Tamura, Y., Matsubara, T., Suzuki, M., Igarashi, Y., Tanabe, Y., Yamazaki, Y., Koyama, S., Yamaguchi, T., Mito, M., Izumi, T., Shibata, A., Miida, T., Oda, H., Toeda, T. and Higuma, N.**: Immediate effects of percutaneous transvenous mitral commissurotomy on pulmonary hemodynamics at rest and during exercise in mitral stenosis. Am J Cardiol, **70**: 641～644, 1992.

6) **田辺恭彦**: カテーテルによる弁膜症の治療．新潟医学会雑誌，**108**: 100～106，1994.

7) **Tanabe, Y., Suzuki, M., Takahashi, M., Ohshima, M., Yamazaki, Y., Yamaguchi, T., Igarashi, Y., Tamura, Y., Yamazoe, M. and Shibata, A.**: Acute effect of percutaneous transvenous mitral commissurotomy on ventilatory and hemodynamic responses to exercise. Pathophysiological basis for early symptomatic improvement. Circulation, **88(part 1)**: 1770～1778, 1993.