

先天性僧帽弁狭窄症に対するバルーン弁形成術前後のエコー所見

(平成11年10月21日受付)

(平成12年4月24日受理)

東京女子医科大学循環器小児科, 循環器小児外科

*現 鳥取大学医学部小児科

田村 明子* 中西 敏雄 富松 宏文 近藤 千里
中沢 誠 今井 康晴 門間 和夫

key words : 僧帽弁狭窄症, バルーン弁形成術, 心エコー, 僧帽弁

要 旨

先天性僧帽弁狭窄症(MS)に対しバルーン弁形成術(BV)を行った症例において, 術前後の心エコー所見の変化を検討した. 対象は先天性僧帽弁狭窄症の6例. BV施行時の年齢は2歳6カ月から5歳4カ月(平均3.7歳), 体重は9.3kgから15.5kg(平均11.5kg). 乳頭筋の大きさがほぼ均等である例が3例, 乳頭筋の一方が低形成である例が3例であった. 最大左室流入速度は術前 2.7 ± 0.3 m/sから術後 2.0 ± 0.2 m/sへと有意に改善した. 6例中4例で, 弁下組織間隙の増大がみられ, 3例で交連部の弁開放が増大した. 僧帽弁逆流の増悪を合併した症例が2例あり, 1例は腱索の一部断裂あるも逆流軽度, もう1例は前尖の裂開をきたし逆流高度となった. 逆流が高度となった例では, 弁下組織が癒合し, 且つ明瞭な弁交連を認めなかった. 以上の結果は, 1)MSに対するBVの効果発現の機序は, 弁下組織間隙の増大とそれに伴う弁開口の増大であるが, それらの形態上有効な所見が得られる率は50~60%にすぎない, 2)交連部が認められず弁下組織が癒合しているMSでは術直後に高度な僧帽弁閉鎖不全が発生する可能性があることを示唆する.

はじめに

先天性僧帽弁狭窄(MS)症の自然歴は不良であり, 重症例では4~5歳までに死亡する¹⁾²⁾. また外科治療の死亡率も高い¹⁾²⁾. 小児のリウマチ性MSや先天性MSに対してカテーテル治療を施行し, 良好な成績を得たという報告がある³⁾⁻⁸⁾. 我々も以前, 小児のMSに対するバルーン弁形成術(BV)の成績を調べ, MSに対するBVは急性期, 中期ともに効果を認める例もあるが, 重大な合併症を高率に認め, また僧帽弁閉鎖不全が発生しうるので, 慎重な適応決定が必要であることを報告した⁹⁾. 本研究では, BV前後での心エコー所見を検討し, 1)BVによる僧帽弁形態の変化, 狭窄解除の機序について, 2)僧帽弁閉鎖不全を発生しやすい僧帽弁形態を同定できるかについて検討した.

対象と方法

対象は, 1993年4月から, 1998年11月までに当院にてBVを施行した先天性MS6例である(表1). 計7回行ったBVのうち(症例1は2回, その他の例は1回), 症例1の1回目を除く6回を対象とした. 以前の

表1 症例の概要

症例	カテ時 年齢(年)	体重(kg)	僧帽弁狭窄 の型	合併奇形
1. Y. K.	2.5	9.3	ASYMM	PDA IAA, DSAS
2. I. D.	3.8	13	ASYMM	
3. F. R.	4.3	13.5	SYMM	
4. Y. K.	2.8	10	SYMM	
5. S. G.	5.3	15.5	ASYMM	
6. K. D.	3.5	10.2	SYMM	

SYMM: 2個の均等な乳頭筋, ASYMM: 2個の不均衡な乳頭筋, PDA: 動脈管開存, IAA: 大動脈離断, DSAS: 大動脈弁下狭窄

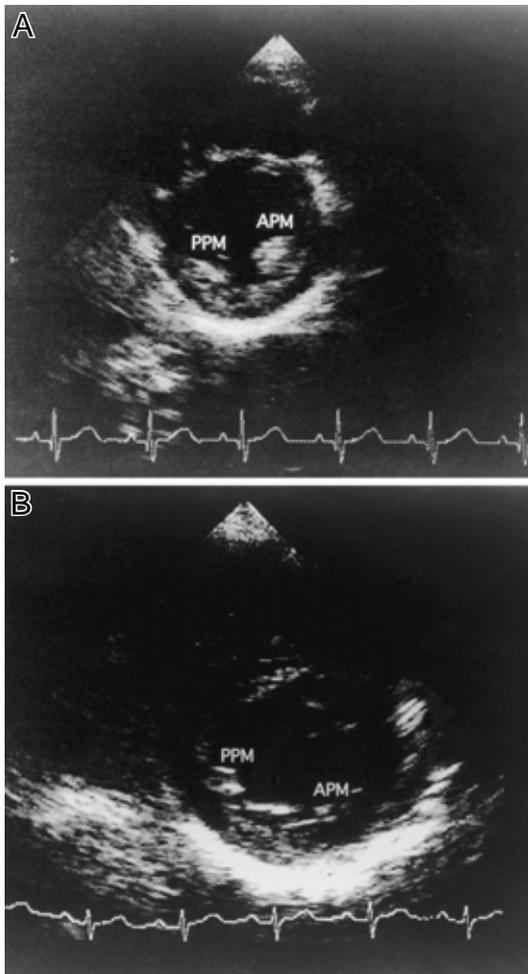


図1 A: 均等な乳頭筋(SYMM)の症例。症例6の乳頭筋レベルの左室短軸断面。乳頭筋の大きさが均等である。

B: 不均等な乳頭筋(ASYMM)の症例。症例5の乳頭筋レベルの左室短軸断面。前乳頭筋が低形成である。APP: 前乳頭筋, PPM: 後乳頭筋。

我々の報告では原因不明のMS 1例を含めたが⁹⁾, 本研究の対象は先天性MSに限定した。BV施行時の年齢は, 2歳6カ月から5歳4カ月(平均3.7歳), 体重9.3 kgから15.5 kg(平均11.9 kg)であった。合併奇形は2例に認め, うち1例は動脈管開存を, 他の1例は大動脈弓離断症と大動脈弁弁下狭窄を合併していた。全症例でMSによる肺高血圧, 肺鬱血, 右心不全等の症状を伴っていた。これらの症例について, 心エコー検査記録から, 1)BV前後の僧帽弁, 腱索, 乳頭筋の

形態, 2)BV前後の血行動態指標の変化, 3)BV前の僧帽弁の形態とBV後の僧帽弁閉鎖不全との関連について, 後方視的に検討した。

BVの方法

BVの方法は以前に報告した⁹⁾。BVは全例, 気管内挿管し, 全身麻酔下に施行した。左室, 左房の同時圧曲線と心拍出係数を用いて, Gorlinの式から僧帽弁口面積を計算した¹⁰⁾。BVに用いたバルーンカテーテルは, 1)Ultrathin(Boston Scientific社製), 2)Hopkinton(NuMED社製), 3)Inoueバルーン(東レメディカル)で, 左房に入れたロングシースと左室に入れたガイドワイヤー経路にて左室に挿入した。バルーンの径は, 左房造影で計測した弁輪径の0.6~0.8倍のバルーンで開始し, 経食道エコーで左室流入血流速度, 僧帽弁逆流の程度をモニターしながら, 効果のない場合はバルーン径を徐々に増加, 弁輪径と同等の径のバルーンまで用いることとした。BV終了後, 右心カテーテル, 左心カテーテルにて, 左房圧や, 僧帽弁逆流の程度を評価した。平均左房圧が減少するか, 僧帽弁口面積が増大した場合, 且つ急性期に弁置換を必要とするような高度僧帽弁閉鎖不全が無い場合をBVの急性期効果ありと定義した。

心エコー

心エコーにて僧帽弁の形態を, Typical MS, パラシュート型, 弁上輪, 低形成弁(左心低形成に合併)に分類したが⁹⁾, パラシュート型僧帽弁や, 弁上輪, 左心低形成に合併した低形成弁はBVの適応から除外したので, 今回の対象は全例, 乳頭筋が2個あるTypical MSであった。“Typical MS”を, 1)乳頭筋が2個あり, それらの大きさがほぼ均等であるもの(SYMM), 2)乳頭筋は2個あるが, 一方が明らかに低形成のもの(ASYMM)に分類した(図1)。

心エコー検査は, BV前1週間以内, およびBV後1週間以内に施行した。断層心エコーによる僧帽弁形態は, 記録されたビデオをコマ送りで再生して検討, 計測をおこなった。僧帽弁の形態上, BV前後で弁下間隙が変化したか, また弁の開放が変化したか, については2人の検者の所見が一致したものを陽性所見とした。弁開口の増大に関しては, 交連部の開口制限があったものが, BV後に開放が改善したものを「交連部拡大」とし, 交連部が新たに弁輪方向にひろがったものを「弁裂開」とした。

僧帽弁の形態的变化を定量的に評価する為, 3つの指標を測定した。左室長軸像において, 僧帽弁が最も

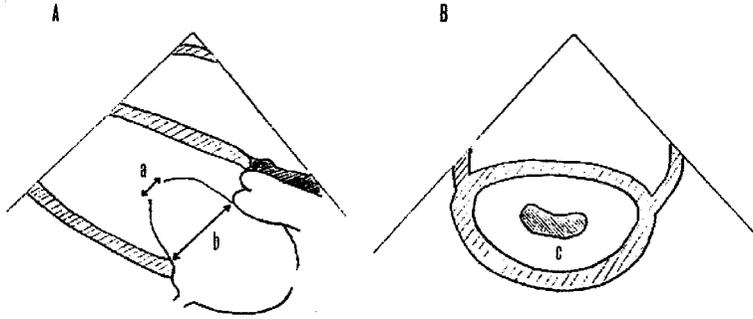


図2 僧帽弁開口の計測

A: 左室長軸像において、僧帽弁が最も開放した時の前尖と後尖間の最短距離を弁尖間距離 a として計測した。また僧帽弁輪径 b を測定し、弁尖間距離/弁輪径比を計算した。
 B: 僧帽弁の先端が見えるレベルでの左室短軸像で、弁開口部の面積 (C) を測定した。

表2 バルーン弁形成術前後の血行動態

症例	カテーテル		カテーテル		ドブラー		急性期効果
	mLAP (mmHg)		MVA (cm ² /m ²)		最大左室流入速度*		
	術前	術後	術前	術後	術前	術後	
1. Y. K.	28	16	1.16	2.83	2.5	2.0	あり
2. I. D.	34	14	0.93	1.79	3.0	2.2	あり
3. F. R.	28	20	1.10	1.60	2.6	2.0	あり
4. Y. K.	12	10	1.30	2.35	2.4	1.7	あり
5. S. G.	22	18	0.83	1.05	3.0	2.2	あり
6. K. D.	33	24	0.69	-	3.8	-	なし**
平均	26	17	1.00	1.92	2.7	2.0	
標準偏差	8	5	0.23	0.64	0.3	0.2	

MVA: 僧帽弁口面積, mLAP: 平均左房圧, *単位は m/sec

**症例 6 は高度僧帽弁閉鎖不全を来したため効果無しとした。

開放した時の前尖と後尖間の最短距離を弁尖間距離として計測、また僧帽弁輪径を測定し、弁尖間距離/弁輪径比を計算した。また僧帽弁の先端が見えるレベルでの左室短軸像で、弁開口部の面積 (弁開口部面積) を測定した (図2)。

また、BV の前後で最大左室流入速度、僧帽弁逆流の程度、僧帽弁逸脱の有無を評価した¹¹⁾⁻¹³⁾。僧帽弁逆流の程度は、カラードブラーで左房側弁上に逆流がごくわずか認められるものを trivial、逆流が左房の中間まで至らないものを mild、左房の中間以上に至るものを moderate、左房壁にまで至るものを severe とした。もとより、この逆流の程度の評価法は、おおまかな評価法で厳密なものではない。

統計

結果は平均 ± 標準偏差で示した。BV の前後のデータの比較は、対応ある 2 群間の t 検定で行い、p<0.05 のとき有意差とした。

結果

血行動態

心エコー上、BV 前後で最大左室流入速度は、2.7 ± 0.3 m/s から 2.0 ± 0.2 m/s へと有意に改善した (表2)。カテーテル検査でも、平均左房圧は BV 前の 26 ± 8 mmHg から BV 後に 17 ± 5 mmHg へと有意に低下し、僧帽弁口面積は 1.00 ± 0.23 cm²/m² から 1.92 ± 0.64 cm²/m² へと増加した。僧帽弁閉鎖不全の増悪がみられたのは 2 例であった。症例 2 は trivial な僧帽弁閉鎖不全が新たに出現し、症例 6 は trivial から severe へと増悪し緊急的に僧帽弁置換術を施行した。

「左室流入血流速減少,左房圧低下,あるいは僧帽弁口面積増大,且つ急性期重大合併症なし」を, BVの「急性期効果あり」と定義すると,急性期効果ありは,症例6を除く5例であった(表2).

僧帽弁形態

乳頭筋の形態から SYMM に分類されたのは症例3, 4, 6の3例, ASYMM に分類されたのは症例1, 2, 5の

3例だった.全例で乳頭筋間の距離は短かった.症例1, 2, 3, 4では腱索が肥厚し,腱索が短いため弁の可動性が制限されていた.症例5は腱索がパラシュート型MS様に筒状となっていた(図3).症例6も腱索がパラシュート型MSのように筒状となっており,腱索が極端に短く(図5),左室流入血流が腱索の間隙を通ってばらばらの方向へ向かっているのが,カラードプ

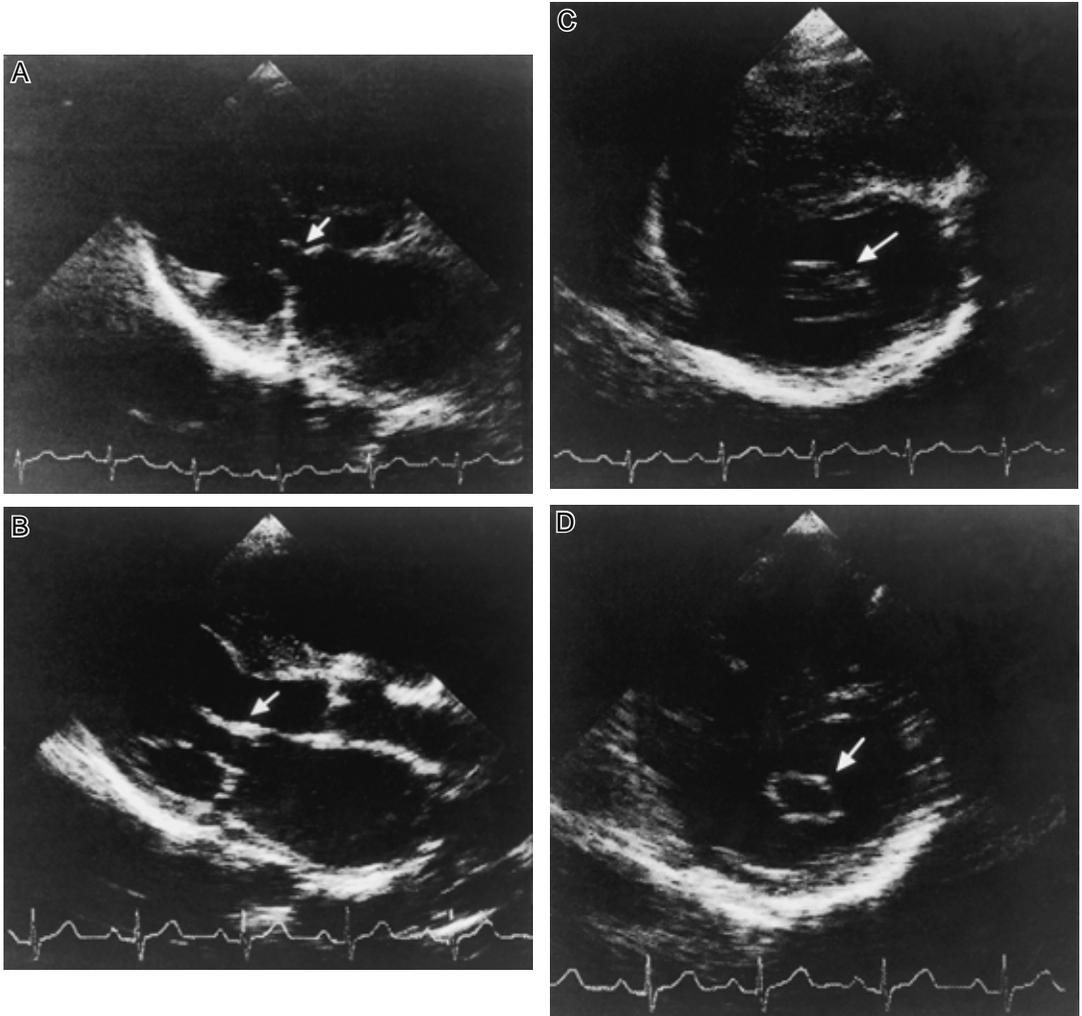


図3 症例5の心エコー図

A: バルーン弁形成術(BV)前の左室長軸断面.僧帽弁弁下組織がパラシュート僧帽弁のように筒状に伸びている.僧帽弁前尖と弁下組織の間に変曲点がある(矢印).

B: BV後の左室長軸断面.僧帽弁前尖と弁下組織の間の変曲点が消失している(矢印).

C: BV前の左室短軸断面.弁の開放がわるい.矢印は前交連.

D: BV後の左室短軸断面.前交連の開放が改善している(矢印).



図4 症例2の心エコー図

A : バルーン弁形成術 (BV) 前の傍胸骨四腔断面 . 弁下組織が密集している (矢印).
 B : BV 後の傍胸骨四腔断面 . 弁下組織間隙が拡大している (矢印).
 C : BV 後の左室長軸断面 . 僧帽弁後尖に断裂した腱索が付着している .

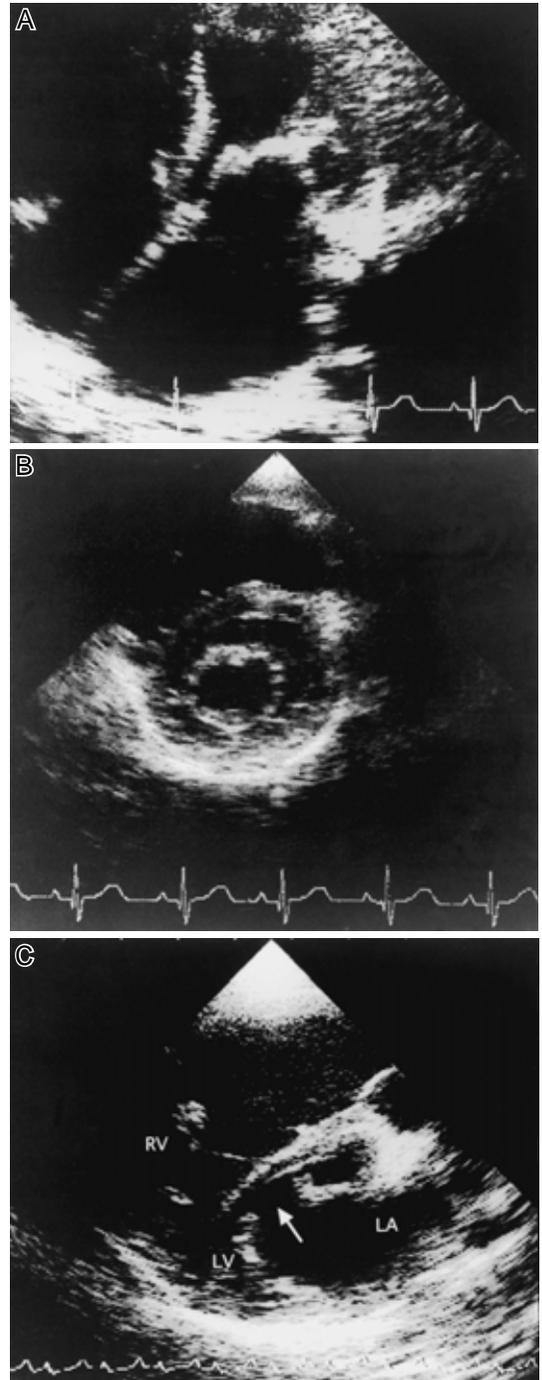


図5 症例6の心エコー図

A : BV 前の心尖部四腔断面 . 腱索が極端に短い .
 B : BV 前の僧帽弁レベルの左室短軸断面 . 明瞭な交連がない .
 C : BV 直後の僧帽弁レベルの左室短軸断面 . 僧帽弁前尖が裂開している .

表 3 バルーン弁形成術前後の形態変化と僧帽弁計測 (心エコー)

症例	術後形態の変化		弁開口面積 (cm ² /M ²)		弁尖間距離 (mm)		弁尖間距離 / 弁輪径	
	弁下組織間隙拡大	交連部拡大						
			術前	術後	術前	術後	術前	術後
1. Y. K.	あり	あり	2.10	2.65	4	7	0.29	0.5
2. I. D.	あり	あり	1.45	2.07	6	10	0.33	0.56
3. F. R.	あり	なし	-	0.97	8	8	0.4	0.4
4. Y. K.	なし	なし	-	0.73	-	8	-	0.57
5. S. G.	あり	あり	0.60	0.79	7	7	0.32	0.32
6. K. D.	なし	前尖裂開	2.18	-	8	10	0.42	0.53
平均			1.39	1.83	7	8	0.35	0.46
標準偏差			0.75	0.95	2	2	0.06	0.10

弁尖間距離と弁輪径は左室長軸像で計測，弁開口面積は左室短軸像で計測．

表 4 バルーン拡大術前後の僧帽弁形態と閉鎖不全発生の関連

症例	交連の有無 術前	僧帽弁逸脱		僧帽弁閉鎖不全	
		術前	術後	術前	術後
1. Y. K.	あり	なし	なし	none	none
2. I. D.	あり	なし	あり	none	trivial
3. F. R.	あり	なし	なし	trivial	trivial
4. Y. K.	あり	なし	なし	none	none
5. S. G.	あり	あり	あり	trivial	trivial
6. K. D.	なし	なし	あり	trivial	severe

ラーで観察された．また，症例 6 でのみ，左室短軸断面で，僧帽弁開口は円形で交連が認めれない漏斗状の形態をしていた (図 5 B)．

BV 前に僧帽弁閉鎖不全を合併していたのは症例 3, 5, 6 の 3 例であったが，いずれも trivial だった．BV 前に僧帽弁逸脱を合併していたのは 1 例のみ (症例 5) だった．弁の石灰化を伴った症例はなかった．

BV 前後での僧帽弁の形態の変化をみると，弁下組織間隙が拡大したのは 6 例中 4 例で，弁の開口が増大したのは 3 例であった (表 3)．その 3 例とも BV 前に交連部の開口制限があったものが，BV 後に交連部開放が改善したものであった．BV 後に交連部が新たに弁輪方向に拡がり「弁裂開」の所見を呈した症例はなかった．症例 1 では BV 前には腱索が弁下に密集していたのが，BV 後には弁下組織間隙が拡大し，その為僧帽弁の可動性が改善していた．また，左室短軸像でも前交連部の弁の開放が改善していた．症例 2 も四腔断面像，長軸像で弁下組織間隙が拡大し，僧帽弁の可動性が改善していた (図 4)．また，僧帽弁逸脱が出現し，一部腱索断裂が見られた (図 4 C)．症例 2 では，3 年後

に施行された僧帽弁置換術の際に，一部腱索断裂を確認した．症例 3 も弁下組織間隙の軽度拡大を認めたが，弁尖開口の増大は認めなかった．症例 4 は，BV 前後で僧帽弁形態は有為に変化しなかった．この症例では BV 後，症状の改善がみられず，5 カ月後に死亡した．症例 5 は BV 前には弁下組織が筒状を呈し，弁尖と腱索の間に変曲点が存在し，弁下組織が弁尖の開放を妨げている所見が認められたが，BV 後には前尖と腱索との間の変曲点が消滅していた (図 3 A, B)．また，短軸像で前交連の開放が改善した (図 3 C, D)．症例 6 は BV 後，僧帽弁前尖が裂開したが (図 5 C)，弁下組織には BV 前後で変化はみられなかった．

弁開口面積，弁尖間距離，弁尖間距離/弁輪径比は，BV 前後で統計的有意差は無かったが，主観的観察で「弁開口増大あり」の症例では，弁開口に関する計測値も増大している傾向があった (表 3)．

僧帽弁逸脱を新たに合併したのは症例 2 の 1 例のみだった．症例 5 の僧帽弁逸脱の程度は BV 前後で変化なかった．症例 6 では乳頭筋は 2 個認めるにもかかわらず，弁下組織は癒合しており，弁下組織の構造はパラシュート僧帽弁に類似していた．しかし僧帽弁閉鎖不全をきたさなかった症例 5 でも類似の弁下組織構造を認めた．高度の僧帽弁閉鎖不全をきたした症例 6 と，他の症例との違いは，症例 6 では明確な交連部を認めなかったことであった (表 4)．

考 察

リウマチ性 MS に対する BV では，交連の裂開が狭窄解除の機序であると報告されている^{11) 12)}．これまでの先天性 MS に対する BV の報告はいくつかあるが，BV 前後で僧帽弁形態の変化について検討したものはなく，先天性 MS に対する BV の効果発現の機序は不

明である。

僧帽弁の形態的变化を定量的に評価する為、弁尖間距離、弁尖間距離/弁輪径比、弁開口部面積を測定した。定量的測定3つの指標のうち、ひとつの指標でも値が増加していれば、弁の開口が増加したと判断した。弁尖間距離/弁輪径比については、弁輪径に対する弁尖狭窄の度合いをあらわそうとしたものである。BV前後の血行動態の変化によって弁輪径が変動した場合の補正を考慮したが、実際には弁輪径は有意に変動しなかった。また長軸像における弁尖間距離、弁尖間距離/弁輪径比の測定に加え、短軸像で弁開口面積を測定したが、その理由は、弁開口部の形が正円にはならないことがあり、長軸像における弁尖間距離のみではBV前後の変化がとらえられない可能性があったためである。実際に、症例12では3指標ともに増加したが、症例5では弁開口部面積のみ増加した。弁開口面積、弁尖間距離、弁尖間距離/弁輪径比は、BV前後で統計的有意差は無かった(表3)。BV前後での計測例が少なかったことが理由のひとつで、さらに症例数を増やして検討する必要がある。但し、主観的観察で「弁開口増大あり」の症例では、弁開口に関する計測値も増大していた。本計測の意義のひとつは、BV施行中に簡便にBVの効果を推定できることで、特に弁尖間距離の測定は迅速に行える。一方、左房圧や僧帽弁流入血流速度は心拍出量に左右されるので、BV中の血行動態が大きく変化している状況では必ずしもBVの効果を反映しないことがある。勿論、本研究は後方視的研究であるので、今後、弁開口に関する計測の有用性に関して前方視的に検討する必要があることは言うまでもない。

今回の研究では6例中5例でBV後に血行動態的に改善がみられ、そのうち3例で形態的に僧帽弁の開口が増加していた。その主な機序は、弁下組織間隙が増大し、それに伴い弁尖の可動性が増加したためと考えられた。また一部の腱索が断裂することもあり、その際には弁尖の可動性の増加をもたらすと考えられた。今回のシリーズで「急性期効果あり」の群で、BV後に交連が弁輪部近くまで形成された例はなかった。先天性MSでは、腱索が短いことや乳頭筋間距離が近いことで、弁尖の開口が妨げられることが狭窄発生の原因である。そのため、リウマチ性MSに対するBVとは異なり¹⁶⁾、先天性MSに対するBVでは交連裂開の機序は作動しにくいと思われる。

1例(症例3)では血行動態も改善し、弁下組織間隙

も増加したのに、弁の開口の増大は認められなかった。軽度の弁下組織間隙の増大のみが、血行動態の改善をもたらしたのかもしれない。

また1例(症例4)では、BV後に血行動態が改善したのに、弁尖や弁下組織間隙などの僧帽弁形態に有為な変化を認めなかった。この理由は不明だが、弁下組織などに発生した軽微な変化を心エコーがとらえられなかった可能性もある。

先天性MSに対するBVは、乳頭筋を2個認める、いわゆる typical MS⁸⁾の形態の弁に対し施行したという報告が多い⁶⁾⁻⁸⁾。乳頭筋が1個しかないパラシュート僧帽弁は、一般的にはBVの適応とされない⁹⁾。今回の研究結果は、BVによる僧帽弁開口増加の主な機序は弁下組織間隙の増大であることを示唆するが、パラシュート僧帽弁ではBVにより弁下組織を拡大することは困難であると思われる。その意味では、今回の研究は、パラシュート僧帽弁はBVの適応から除外するという考え方を支持する結果といえる。

今回の症例のなかで1例(症例6)は弁尖の裂開の為に高度の僧帽弁閉鎖不全が発生し、緊急僧帽弁置換術をうけた。緊急手術を必要とする僧帽弁逆流の発生頻度は成人では1%未満で、僧帽弁逆流の原因は僧帽弁の前尖または後尖の裂開であったという⁴⁾。小児では、急性期の中等度以上の僧帽弁逆流は22%、急性期の軽度の僧帽弁閉鎖不全は28%に発生し、腱索の断裂がみられた症例もあったと報告されているが⁹⁾、緊急手術を必要とする僧帽弁閉鎖不全発生の報告は今回が初めてだと思われる。

これまでの報告では、僧帽弁閉鎖不全を合併しやすい因子として、非対称形の乳頭筋、パラシュート僧帽弁、弁輪径より大きなバルーンの使用、などがあげられている¹³⁾⁻¹⁵⁾。今回のシリーズではバルーン径が僧帽弁弁輪径を上回った症例はなかった。

高度の僧帽弁閉鎖不全をきたした症例6では、ほぼ対称形の乳頭筋を認めた。また、今回のシリーズで「急性期効果あり」の群のうち、2例は対称形乳頭筋であり、3例は非対称形の乳頭筋であった。以上より乳頭筋の大小不同は僧帽弁閉鎖不全発生の危険因子とはならないと思われる。

症例6では乳頭筋は2個認めるにもかかわらず、弁下組織は癒合しており、弁下組織の構造はパラシュート僧帽弁に類似していた。しかし僧帽弁閉鎖不全をきたさなかった症例5でも類似の弁下組織構造を認めた。高度の弁下狭窄と弁下組織の癒合があると高度の

僧帽弁閉鎖不全が必発というわけでもない。高度の僧帽弁閉鎖不全をきたした症例6と、他の症例との違いは、症例6では明確な交連部を認めなかったことである。明瞭な交連が存在しなかったため、バルーン拡大時に弁尖に均等に圧力が加わり、弁下組織の拡大がおこる前に前尖が裂開したと推測される。今回の研究では、弁下組織が癒合して、且つ交連が明瞭でない症例ではBVが適応とならないか、もしやむを得ず施行しても、小さめのバルーンから段階的に大きくしていくなど注意深いBVが必要であることを示唆する。今回の研究は症例数が6例と少ないので、僧帽弁の形態とBVの適応の関連に関しては、多施設での集計など今後さらに検討する必要がある。

腱索の部分的な断裂はMSを軽減するので、急性期には必ずしも憂慮すべき所見ではない。しかし、症例2ではBV直後の僧帽弁閉鎖不全はtrivialであったのに、3年後の評価ではmoderateへと増悪していた。腱索断裂を合併した症例は、術直後の僧帽弁閉鎖不全が軽くても、その後注意深く経過観察する必要があると考えられた。

結 語

MSに対するBVの効果発現の機序は、弁下組織間隙の増大とそれに伴う弁開口の増大である。交連部が認められず弁下組織が癒合しているMSでは術直後に高度な僧帽弁閉鎖不全が発生する可能性がある。

文 献

- 1) Baylen B, Cleason MM, Waldhausen JA : Mitral inflow obstruction. in Emmanoulides GC, Riemwmschneider TA, Allen HD, Gutgesell HP (ed) : Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995, pp 1042 1054
- 2) Kirklin JW, Barratt-Boyes BG : Congenital mitral valve disease. in Cardiac Surgery, 2nd ed, Churchill Livingstone, London, 1993, pp 1343 1364
- 3) Sanyal SK : Long term sequelae of the first attack of acute rheumatic fever during childhood. in Emmanoulides GC, Riemwmschneider TA, Allen HD, Gutgesell HP (ed) : Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents. Baltimore, Williams & Wilkins, 1995, pp 1416 1440
- 4) Al-Zaibag M, Halim M : Balloon valvotomy in atrioventricular valve stenoses. in Rao PS (ed) : Transcatheter Therapy in Pediatric Cardiology., New York, Wiley-Liss, 1993, pp 129 141
- 5) Kveselis DA, Rocchini AP, Beekman R, Snider AR, Crowley D, Dick M, Rosenthal A : Balloon an-

- gioplasty for cenital and rheumatic mitral stenosis. Am J Cardiol 1986 ; 57 : 348 350
- 6) Spevak PJ, Bass JL, Ben-Shachar G, Hesslein P, Keane JF, Perry S, Pyles L, Lock JE : Balloon angioplasty for congenital mitral stenosis. Am J Cardiol 1990 ; 66 : 472 476
- 7) Grifka RG, O'Laughlin MP, Nihill MR, Mullins CE : Double-transseptal, double-balloon valvuloplasty for congenital mitral stenosis. Circulation 1992 ; 85 : 123 129
- 8) Moore P, Adatia I, Spevak PJ, Keane JF, Perry SB, Castaneda AR, Lock JE : Severe Congenital Mitral Stenosis in Infants. Circulation 1994 ; 89 : 2099 2106
- 9) 田村明子, 中西敏雄, 吉儀雅章, 朴 仁三, 近藤千里, 富松宏文, 中沢 誠, 今井康晴, 門間和夫 : 小児僧帽弁狭窄症に対する経皮的カテーテル弁形成術。日小循誌 1999 ; 15 : 553 563
- 10) Banerjee A, Kohl T, Silverman NH : Echocardiographic Evaluation of Congenital Mitral Valve Anomalies in Children. Am J Cardiol 1995 ; 76 : 1284 1291
- 11) Henry WL, Griffith JM, Michaelis LL, McIntosh CL, Morreow AG, Epstein SE : Measurement of Mitral Orifice Area in Patients with Mitral Valve Disease by Real-time, Two-dimensional Echocardiography. Circulation 1975 ; 51 : 827 831
- 12) Wann LS, Weyman AE, Feigenbaum H, Dillon JC, Johnston KW, Eggleton RC : Determination of Mitral Valve Area by Cross-Sectional Echocardiography. Annals of Internal Medicine 1978 ; 88 : 337 341
- 13) Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, Block PC, Palacios IF : Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve : an analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. Br Heart J 1988 ; 60 : 299 308
- 14) Reid CL, Chandraratna AN, Kawanisi DT, Kotlewski A, Rahimtoola SH : Influence of Mitral Valve Morphology on Double-Balloon Catheter Balloon Valvuloplasty in Patients With Mitral Stenosis -Analysis of Factors Predicting Immediate and 3-Month Results. Circulation 1989 ; 80 : 515 524
- 15) Rao PS, Thapar MK : Balloon dilatation of other congenital and acquired stenotic lesions of the cardiovascular system. in RAO PS (ed) : Transcatheter Therapy in Pediatric Cardiology. New York, Wiley-Liss, 1993, pp 275 319
- 16) Sadee AS, Becker AE : In vitro balloon dilatation

- of mitral valve stenosis : the importance of sub-valvar involvement as a cause of mitral valve insufficiency. *Br Heart J* 1991 ; 65 : 277 279
- 14) Chen Chynguang, Wang X, Wang Y, Lan Y : Value of Two-Dimensional Echocardiography in Selecting Patients and Balloon Sizes for Percutaneous Balloon Mitral Valvuloplasty. *JACC* 1989 ; 14 : 1651 1658
- 15) Palacios IF, Block PC, Wilkins GT, Weyman AE : Follow-up of Patients Undergoing Percutaneous Mitral Balloon Valvotomy-Analysis of Factors Determining Restenosis. *Circulation* 1989 ; 79 : 573 579
- 16) Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, Block PC, Palacios IF : Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve : an analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. *Br Heart J* 1988 ; 60 : 299 308

Echocardiographic findings of Mitral Valve Before and After Balloon Valvuloplasty for Mitral Stenosis in Children

Akiko Tamura, Toshio Nakanishi, Hirofumi Tomimatsu, Chisato Kondo, Makoto Nakazawa, Yasuharu Imai, Kazuo Momma
Pediatric Cardiology and Pediatric Cardiac Surgery, Heart Institute of Japan, Tokyo Women 's Medical University

We evaluated echocardiographic findings of mitral valve before and after balloon valvuloplasty (BV) for congenital mitral stenosis (MS) in children. Six patients (ages 2 to 5 years) underwent 6 valvuloplasty procedures. Three patients had typical MS with two symmetric papillary muscles and three had typical MS with asymmetric papillary muscles. Maximal velocity of transmitral valve flow before BV was 2.7 ± 0.3 m/sec and it decreased to 2.0 m/sec after BV. After BV, increases in the space between subvalvular tissues were observed in 4 of 6 patients. After BV, improvement in the opening of mitral valve was observed in 3 of 6 patients. The degree of mitral regurgitation increased after BV in 2 patients ; in the patient who developed massive mitral regurgitation, severe fusion of subvalvular tissue was observed before BV on echocardiograms. Furthermore, there was no obvious commissures of the mitral valve on echocardiograms before BV and cleft of the mitral leaflet was observed after BV in this patient. The present data suggest that 1) the mechanism of the effect of BV for congenital mitral stenosis is an increase in subvalvular space, which in turn results in improvement of the opening of the leaflet, 2) in the mitral valve without commissures, BV may cause severe mitral regurgitation due to rupture of the leaflet.
