

僧帽弁エコーグラムにみられる B-B' step formation の血行動態的意義

Hemodynamic significance of shoulder formation of the mitral valve echogram

椎名 明  
柳沼 淑夫  
近藤 邦夫  
土谷 正雄  
川井 信義  
細田 瑛一

Akira SHIINA  
Toshio YAGINUMA  
Kunio KONDO  
Masao TSUCHIYA  
Nobuyoshi KAWAI  
Saichi HOSODA

Summary

To assess the hemodynamic significance of the B-B' step (shoulder) formation on the mitral valve echogram, comparative and/or combined catheter-echo studies were performed in 56 patients without mitral valve disease. In all 56 patients, left ventricular pressure was obtained by using a catheter-tip probe, and in 20 of 56 patients, simultaneous recordings of the pressure and the mitral valve echogram were also performed. In patients who showed the B-B' step, the ratio between the height of A and B-B' waves ( $\overline{B-B'}/\overline{A}$ ) was compared with the values of the left ventricular end-diastolic pressure (LVEDP).

1) The B-B' step was recognized in 28 of 56 patients. In 15 of 16 patients, in whom  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  was above 0.5, LVEDP was greater than 12 mmHg. On the contrary, in 9 of 12 patients whose  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  was below 0.5, LVEDP was less than 11 mmHg.

2) In 23 of 28 patients without B-B' step, LVEDP was less than 11 mmHg.

3) No significant correlation was observed between the A/E ratio of the mitral valve echogram and LVEDP.

4) The left ventricular pressure increase by atrial contraction in patients with the  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  above 0.5 was significantly higher than that of patients without a B-B' step or with the  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  below 0.5.

5) The onset of the most rapid rise in left ventricular pressure in early systole approximately coincided with the B point of the mitral valve echogram in patients without a B-B' step, and the B' point in patients with a B-B' step.

We concluded that the B-B' step associated with the  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  ratio above 0.5 could be a significant indicator suggesting elevated LVEDP and we supposed that the mechanism of the B-B' step formation might be the early disappearance of pressure gradient between left atrial and ventricular pressures in the late atrial contraction phase.

自治医科大学 循環器内科  
栃木県河内郡南河内町薬師寺 3311-1 (〒329-04)

Department of Cardiology, Department of Internal  
Medicine, Jichi Medical School, Minamikawachi-  
machi 3311-1, Kawachi-gun, Tochigi 329-04

Presented at the 15th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 14-15, 1977  
Received for publication February 5, 1981

**Key words**

Echocardiography      Mitral valve echogram      B-B' step formation      A/E ratio      Shoulder formation

はじめに

僧帽弁エコーグラムにみられる B-B' step formation (shoulder formation) は, 左室拡張終期圧の上昇を示唆する所見として臨床的に有用であると考えられている<sup>1-7)</sup>.

しかしながらこの所見に関する血行動態的検討は必ずしも十分ではなく, その診断基準も確立されていないため, B-B' step formation に類似した弁運動が認められた場合その解釈に困ることも少なくない. そこで我々は, このエコー運動の有無を観血的指標と対比することにより, B-B' step formation の血行動態的意義およびその診断基準について検討した.

対象および方法

対象は左心カテーテルを施行し, かつ良好な僧帽弁前尖エコーグラムが得られた洞調律 56 例(男 48 例, 女 8 例, 25~65 歳, 平均年齢 47 歳)で, 僧帽弁疾患は除外した (Table 1). これらのうち 20 症例については, 僧帽弁エコーグラムと左室圧を同時記録した.

僧帽弁エコーグラムの各種計測は, その振幅が最大で, かつ連続的に記録されているもののみで行った. Fig. 1 に示すごとく, 僧帽弁前尖エコーグラムの各変曲点を従来の方法で呼称した. A 波の高さ ( $\bar{A}$ ), E 波の高さ ( $\bar{E}$ ) および B-B' 波の高さ ( $\bar{B-B'}$ ) をそれぞれ計測し,  $\bar{B-B'}/\bar{A}$  比および  $\bar{A}/\bar{E}$  比を左室拡張終期圧 (LVEDP) と対比検討した. また僧帽弁エコーグラムと左室圧の同時記録を行った例においては, 左室圧の急峻な立ち上がりとは弁エコーの A 波, あるいは B-B' 波との時間的關係について検討した.

左室圧記録は全例で Millar 製カテ先血圧計を用いた. 心エコー図 (UCG) 記録は SKI Ekoline

Table 1. List of patients studied

Primary myocardial disease	12
Myocardial infarction	19
Angina pectoris	12
Hypertension	6
Others	7
Total	56 cases

20A および Electronics for Medicine VR-12 連続記録装置にて, 紙送り速度 50~100 mm/sec で行った.

結 果

1) B-B' 波は 56 例中 28 例に認められ, これらの全例で B' 点は心電図上の R 波の後 100 msec 以内に形成されていた.

2) Figs. 2, 3 に示した 2 例のごとく, B-B' step formation が認められても  $\bar{B-B'}/\bar{A}$  比は症例により異なっていた. すなわち Fig. 4 に示すごとく, B-B' 波の認められた 28 例中 16 例で  $\bar{B-B'}/\bar{A}$  比は 0.5 以上であったが, これらのうち 1 例を除き LVEDP は 12 mmHg 以上であった. これに対し, B-B' 波が認められても  $\bar{B-B'}/\bar{A}$  比が 0.5 未満の 12 例中 9 例で LVEDP は 11 mmHg 以下であった. また B-B' 波がみられなかった 28 例中 5 例を除き, LVEDP は 11 mmHg 以下であったが, これら 5 例の  $\bar{A}/\bar{E}$  比は 1 例を除き 0.9 以上と高値を示した.

3)  $\bar{A}/\bar{E}$  比と LVEDP との間には有意な相関が認められなかった (Fig. 5).

4) 僧帽弁エコーグラムと左室圧を同時記録した 20 例中 B-B' 波の認められなかった 17 例では, 左室圧の急峻な立ち上がりは心電図上 R 波の頂点と一致するか, その後 40 msec 以内にあり, これらのうち B 点がみられた 8 例では時間

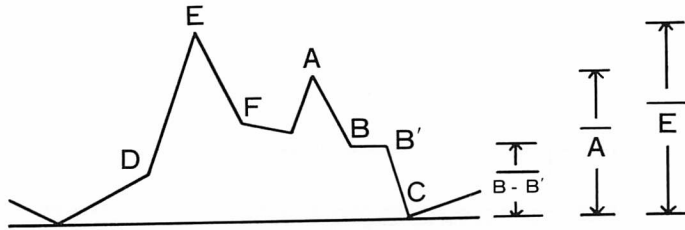


Fig. 1. Schema showing the named points on the anterior mitral valve echogram and the method of measurements of the B-B', A and E.

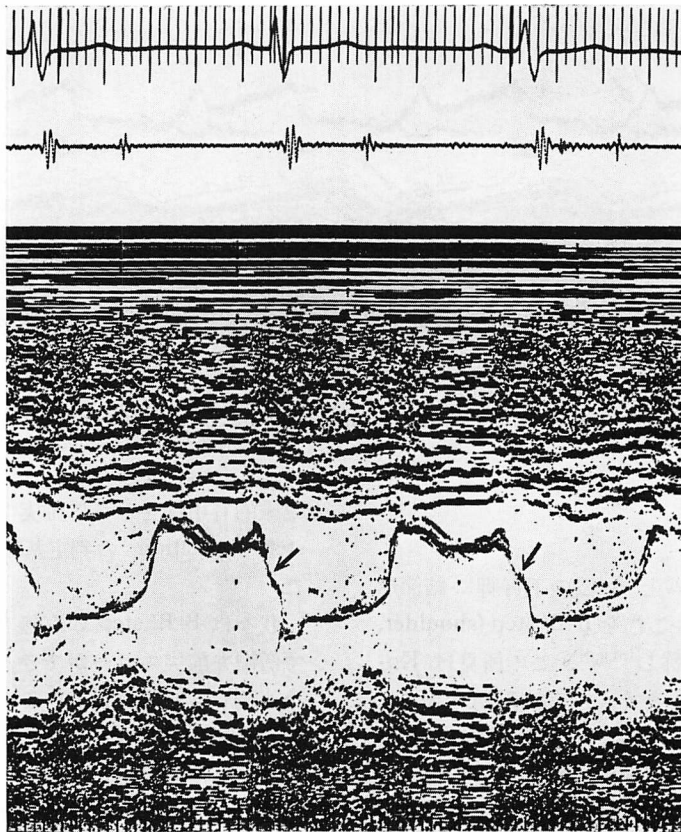


Fig. 2. The B-B' step formation (arrow) seen on the anterior mitral valve echogram in a patient with hypertrophic cardiomyopathy.

Note that the  $B-B'/\bar{A}$  ratio is as high as 0.6.

的に B 点とほぼ一致した (Fig. 6). A 波のみで B 点が認識できなかった 9 例では、左室圧の立ち上がりは A-C 間にあった。これに対し、B-B' 波

が認められた 3 例全例の左室圧波形では、増大した心房収縮波形が認められ、その後の左室圧の急峻な立ち上がりは B' 点と一致していた (Fig. 7).

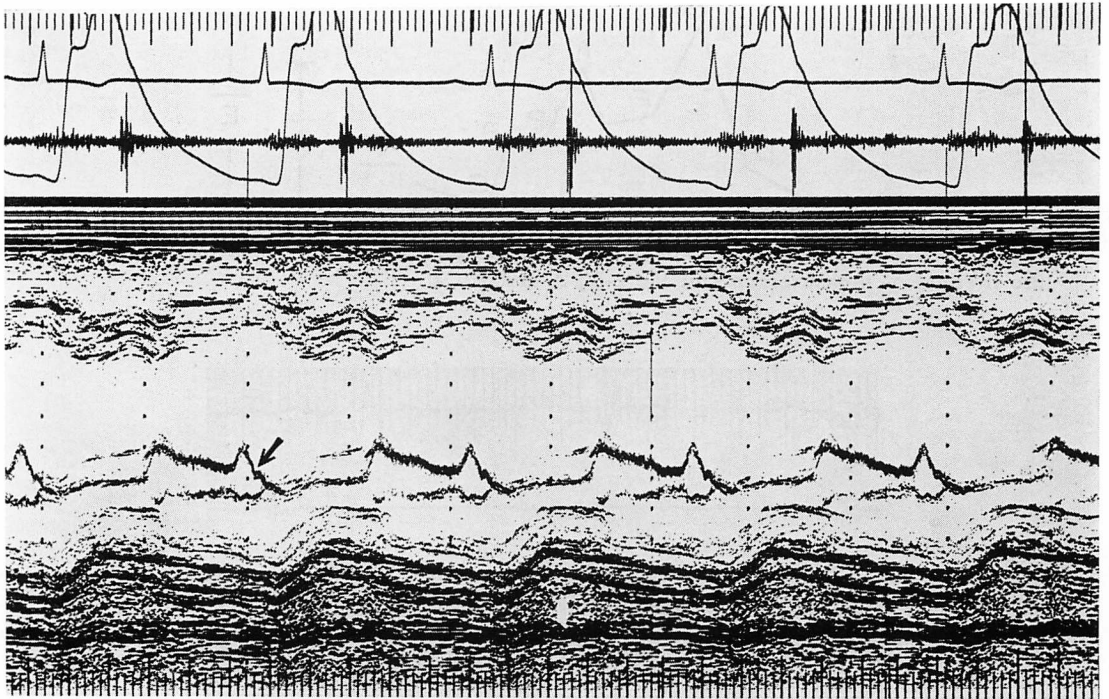


Fig. 3. The B-B' step formation (arrow) seen on the anterior mitral valve echogram in a patient with aortic regurgitation.

Note that the  $B-B'/A$  ratio is lower (0.3) than that of the patient shown in Fig. 2.

### 考 案

僧帽弁エコーグラム上 A 波の下行脚に結節形成が認められた場合, これを B-B' step (shoulder, notch) formation と称し<sup>1,6,8,9)</sup>, この所見は Konnecke らが報告したごとく, 左室拡張期コンプライアンスの低下を示唆すると考えられている<sup>1,6)</sup>. このエコーパターンは特発性心筋症や広範心筋梗塞症例に多く認められ, それぞれの疾患の病態や予後を知る上でも臨床的に有用である<sup>2-5,7)</sup>.

しかしながら超音波ビームの入射方向によっては, 比較的多くの例に B-B' step formation に類似した運動がみられたり, 健常者にも同様の所見が出現する場合があります, その解釈に困ることも少なくない. そこで B-B' step formation の血行動態的意義を検討することにより, この運動の

臨床的有用性をさらに確実にし, 有意の B-B' step formation の判定基準を定めるべく努力した.

我々は B-B' step の有無を判定するさいに, まず僧帽弁前尖エコーができる限り高い振幅で, かつ連続して記録されていることを第一の条件とした. なぜなら弁エコーが低振幅の場合, 捉えられたエコーは弁尖運動のみならず僧帽弁輪部運動をも同時に反映し, この弁輪部エコーが B-B' step と考えさせるような shoulder を形成している可能性があるからである. しかしながらこの場合, 弁尖部エコーと弁輪部エコーは2つの異なった運動様式を示し, 弁輪部エコーにより形成されたと考えられる shoulder 部分は心電図上 R 波の頂点より 100 msec 以上後方に認められることが多かった. そこで今回の弁エコーグラムと左室圧同

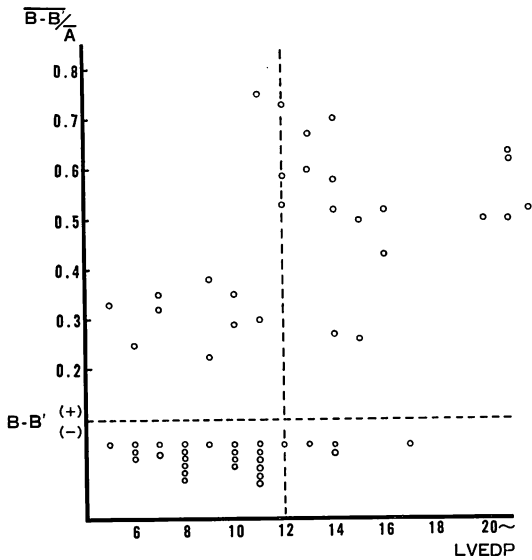


Fig. 4. Graph demonstrating relationship between the B-B' step formation and the ratio between the height of A and B-B' waves ( $\overline{B-B'}/\overline{A}$ ), and LVEDP (mmHg).

Note that in 15 of 16 patients whose  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  ratio is above 0.5, LVEDP is greater than 12 mmHg. On the contrary, in 9 of 12 patients whose  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  ratio is below 0.5, LVEDP is less than 11 mmHg. In 23 of 28 patients without B-B' step, LVEDP is less than 11 mmHg.

LVEDP=left ventricular end-diastolic pressure;  $\overline{B-B'}/\overline{A}$ =the ratio between the height of A and B-B' waves (see Fig. 1).

時記録の検討から、左室圧の急峻な立ち上がりは R 波の頂点と一致するかあるいはその後 40 msec 以内に認められ、B 点または B' 点がみられた場合この圧の立ち上がりと時間的にほぼ一致していたことから、心電図上の R 波より少なくとも 100 msec 以内に形成された shoulder のみを B-B' step formation と考えた。したがって上述の規定に基づいて判定した B-B' step formation の有無を、LVEDP の値と対比した (Fig. 4)。

$\overline{B-B'}/\overline{A}$  比が 0.5 以上と高値、すなわち B-B' 波が A 波のうち高い部位で形成された症例では、ほぼ全例で LVEDP の上昇が認められたのに対

し、 $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比が 0.4 以下と shoulder 形成が低い部位で認められた症例の多数が LVEDP 11 mmHg 以下であった事実から、B-B' step formation の有無により LVEDP の上昇を推定するためには、前述の条件に加え  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比が 0.5 以上という条件を付加する必要があると思われた。一方、LVEDP が 12 mmHg 以上と上昇していても、B-B' step の認められなかった例が 5 例みられた。LVEDP が上昇し、 $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比が 0.5 以上の B-B' step が出現した 15 例のうち、7 例が特発性心筋症で、8 例が広範心筋梗塞であったのに対し、上記 5 例は比較的範囲の狭い下壁梗塞 2 例、高血圧症 2 例、狭心症 1 例であったことから、B-B' step の出現は LVEDP の上昇のみならず病変の種類と部位や左室の拡張期壁弾性特性等が関与していることが示唆される<sup>6,7)</sup>。

B-B' step formation の成因につき考察する上で重要な点は、僧帽弁エコー運動の心内圧との関係である。今回行った僧帽弁エコーと左室圧の同時記録から、洞調律例で B 点がみられた場合、ここが血行動態的に考えた弁閉鎖開始点と考えるのに妥当性が認められた。Fig. 8 は今回の検討例には含まれていないが、心房細動例の僧帽弁エコーグラムと左室圧の同時記録で、この例でも左室圧の急峻な立ち上がりは異なった心周期のいずれにおいても B 点にほぼ一致している。我々は同様の結果をすでに報告しており<sup>10)</sup>、僧帽弁エコー運動の呼称上、明瞭な B 点が認められた場合 B 点をもって弁閉鎖開始点とするのに疑問はないが、B-B' step が認められた症例では左室圧の A 波は増大し、その後の急峻な立ち上がりは B' 点と一致し (Fig. 7)、かかる例では B' 点が弁閉鎖開始点と考えられた。それ故、従来より呼称されていた B-B' step formation はむしろ B'-B step formation と言い換え、B 点が shoulder formation の有無にかかわらず弁の閉鎖開始点であると統一したほうが、僧帽弁エコーグラムの呼称上混乱が少なくないと思われる。また、Fig. 8 に示したごとく、心房細動例では B-B' step は出現

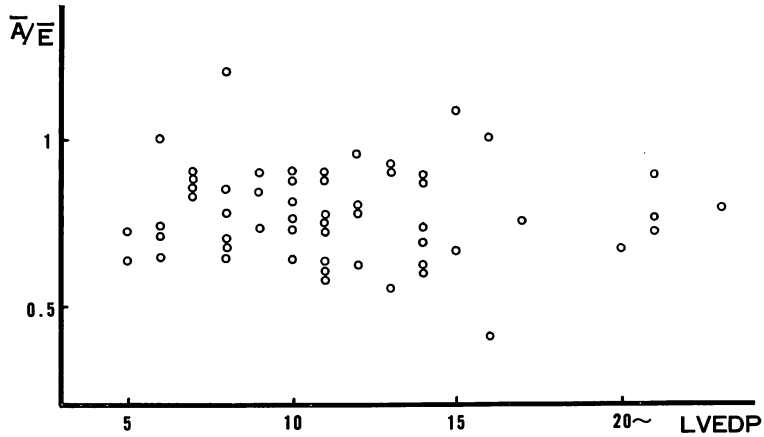


Fig. 5. Graph demonstrating relationship between the A/E ratio of the mitral valve echogram and LVEDP (mmHg).

No significant correlation can be seen.

$\bar{A/E}$  = A/E ratio of the anterior mitral valve (see Fig. 1); LVEDP = left ventricular end-diastolic pressure.

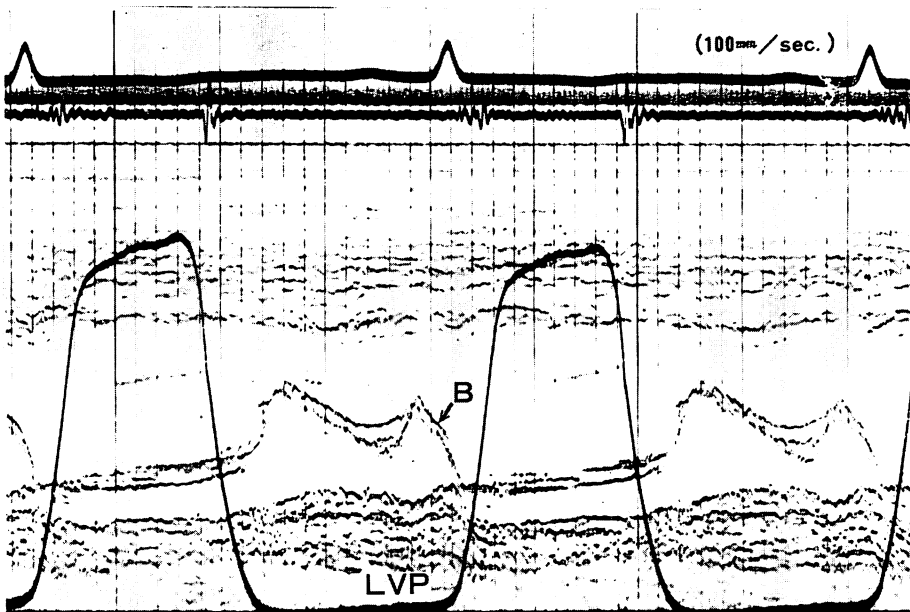


Fig. 6. Simultaneous recordings of the mitral valve echogram and left ventricular pressure in a patient with hypertension.

Note that the onset of the most rapid rise of the left ventricular pressure (LVP) approximately coincides with the B point of the anterior mitral valve.

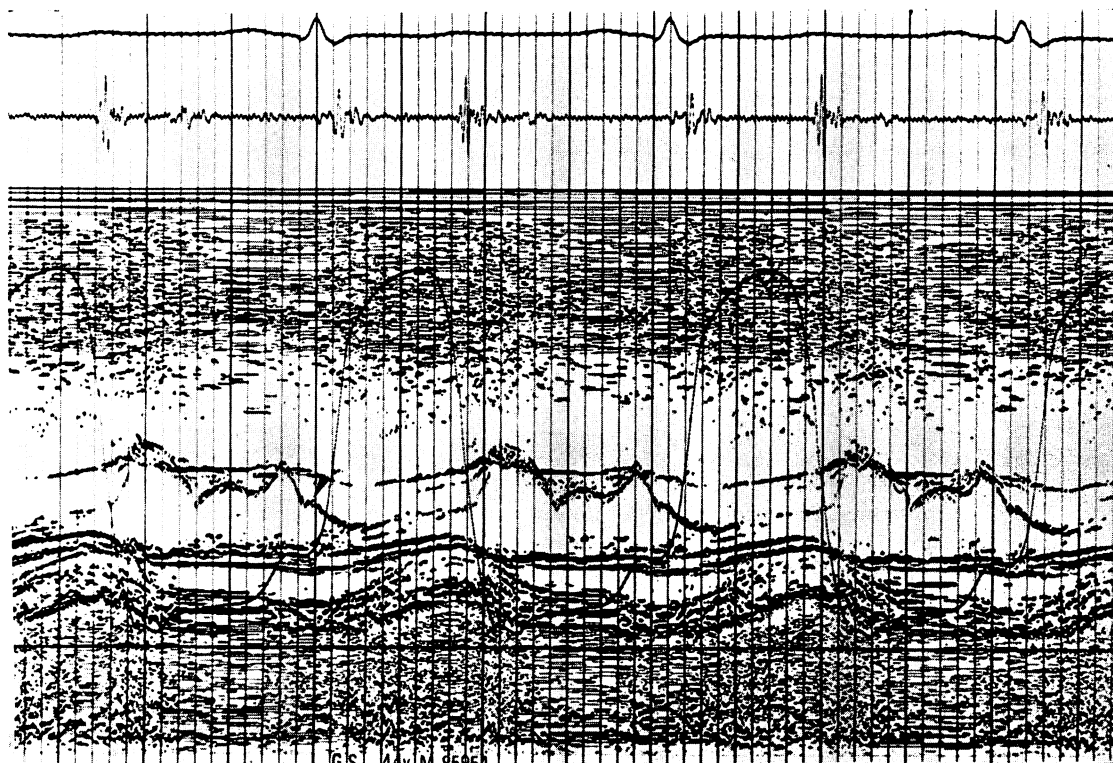


Fig. 7. Simultaneous recordings of the anterior mitral valve echogram and left ventricular pressure in a patient with B-B' step formation.

Note that an increase in the left ventricular pressure by atrial contraction is greater than that of the patient shown in Fig. 6 and the onset of the most rapid rise of the left ventricular pressure coincides well with the B' point (arrow).

せず、Fig. 7 の例のような増大した心房収縮が認められた場合のみ B-B' step がみられることから、B-B' step の成因に心房収縮の増強が関与していることが考えられる。同様の観察はすでにいくつかの報告がある<sup>1,6,8,9)</sup>。

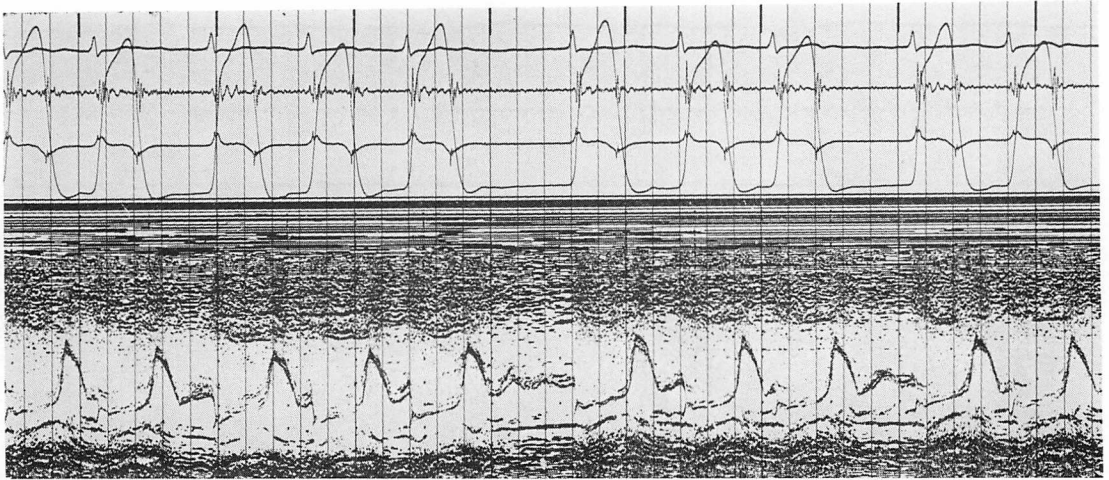
今回の検討から、B-B' step formation の出現、それも  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比の上昇と LVEDP の上昇がよく相関した事実と、B-B' 波の左室圧曲線との時間的關係から考えて、我々は B-B' step 出現の mechanism とその意義についてつぎのように考察した。

左房圧の上昇により、左房から左室への血液の流入が起り、その結果僧帽弁エコーの A 波が形成されるが、左室拡張期コンプライアンスの低

下しているような症例では左房圧の上昇により左房左室圧交叉は早まり、早期に出現した A 波の頂点が形成された時期に一過性に左室圧が左房圧を陵駕し、弁は急速に閉鎖方向に向かい、僧帽弁を通過する血流は急速に低下する。その直後に左房左室圧較差が消失したさい、弁は半閉鎖位置に一旦滞り B 点を形成する。その後漸らくの間、左房左室圧較差が少なれば弁口部血流も非常に低下し、弁はその間半閉鎖位置を維持する。この時期が B-B' 波を形成する。その後再び左室圧の急速な上昇により著明な圧較差が生じ、弁は閉鎖に向う。この開始点が B' 点となる。

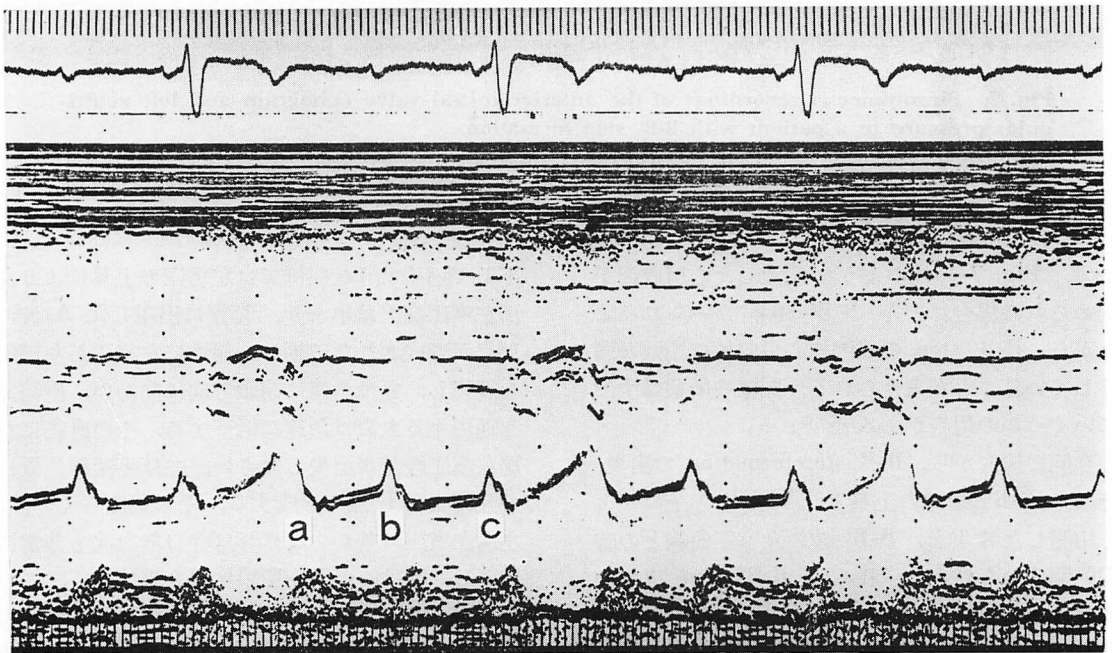
このように考えると、B-B' 波の A 波の高さに対する比が高値を示すことの意味は、左室拡張期





**Fig. 8. Simultaneous recordings of the anterior mitral valve echogram and left ventricular pressure in a patient with atrial fibrillation.**

Note that the onset of the most rapid rise of the left ventricular pressure coincides well with the B point (the onset of the valve closure) in each cardiac cycle.



**Fig. 9. Mitral valve echogram in a patient with 3:1 A-V conduction.**

(a) through (c) indicate A wave of the mitral valve echogram.

Note that the A wave of (b) is higher than that of (c). On the contrary, the B-B' of (c) is higher than that of (b).



のコンプライアンスの低下した症例で、左房圧の上昇に伴い左室圧の A 波が増大し、かつ左房左室圧較差が心房収縮期のより早期に消失することにあると思われる。かかる例では当然 LVEDP の上昇が認められる。

**Fig. 9** は広範な下壁側壁梗塞で、房室ブロックを合併した例の僧帽弁エコーグラムであるが、本例にみられた B-B' step formation の各心房収縮期における  $\overline{B-B'}/\bar{A}$  比の変化は、B-B' step 形成に関する上述の解釈とよく合致する。すなわち本例は 3:1 伝導を示し、弁エコー上 (a), (b), (c) と 3 つの A 波がみられ、(b), (c) では明らかな B-B' 波も認められる。これらのうち (a) は E 波と重なり A 波の高さは判定できないが、(b) の A 波は (c) より高い。ここで B-B' 波の認められた (b) と (c) を比較すると、 $\overline{B-B'}/\bar{A}$  比は逆に (c) のほうが (b) より明らかに高値を示している。そこで (b) (c) 2 つの A 波および B-B' 波の差異を考えると、(b) の形成は左室収縮が行われた後の 2 番目の心房収縮によりなされたもので、この時点では 3 番目の心房収縮により (c) が形成された時点より血液の左室充満は少なく、左室の心房収縮期圧も低いと考えられる。したがって、同じ心房収縮であっても、左房から左室へ流入する血液量は (b) のほうが (c) より比較的に多いため、より高い A 波が形成される<sup>7)</sup>。これに対し左房圧は (b) 時点より (c) 時点のほうが高いと考えられるため、左房左室圧交叉は (c) のほうが (b) より早期に起こり、(c) の A 波は (b) より早く形成される。さらに左室充満血液量が多く、かつ LVEDP がより高い (c) 時点のほうが、(b) 時点に比し左房左室圧較差が早期に消失すると考えられるため、B-B' step の形成は (b) に比し (c) で A 波のより高い部位で起こると解釈される。

$\overline{B-B'}/\bar{A}$  比が高値を示すことの以上のような解釈は、Feigenbaum らの行った薬物負荷時における B-B' 波の変化<sup>6,8)</sup>についても当てはまる。すなわち、 $\overline{B-B'}/\bar{A}$  比が 0.5 以上の高値を示した症例

に amyl nitrate を負荷したさい、LVEDP は低下し、その結果  $\overline{B-B'}/\bar{A}$  比は著明に減少し、逆に neo-synephrine を投与したさいに LVEDP が著明に上昇し、 $\overline{B-B'}/\bar{A}$  比も有意な上昇を示している。さらに心不全状態の特発性心筋症例が、内科的治療により改善したさい認められた  $\overline{B-B'}/\bar{A}$  比の著明な低下も、この所見の臨床的有用性を裏付けている。

しかしながら  $\overline{B-B'}/\bar{A}$  比が 0.5 未満で、LVEDP の上昇が認められなかった例の B-B' 波出現の血行動態的解釈はむずかしく、**Fig. 3** の例では大動脈閉鎖不全による僧帽弁の早期閉鎖を考えるべきであろうし、他の例では初めに我々の考えた B' 波の診断上、心電図上 R 波の後 100 msec 以内という条件では、弁尖以外のエコーによる shoulder 形成 (B' 点の形成) を否定しきれなかったものと考えられた。

Konecke ら<sup>1)</sup>は、LVEDP が上昇し、心房収縮による圧上昇が 8 mmHg 以上の例では、A 波が早期に出現したという事実から、僧帽弁エコーグラム上の A-C 間隔を重視し、心電図上の (P-R)-(A-C) 時間が 60 msec 以下の値を示した例では、LVEDP が 20 mmHg 以上であったと報告しているが、この所見を疑問とする報告や<sup>11)</sup>、Feigenbaum からも自ら指摘しているごとく、PR 間隔が 140 msec 以下の場合には偽陽性となる例が多数みられている<sup>6)</sup>。彼らの示した指標の中で、C 点は Pohost ら<sup>12)</sup>、Rubenstein ら<sup>13)</sup>および我々<sup>10)</sup>が指摘したごとく、実際の弁閉鎖終了を意味しているものではないと考えられるため、計測上の信頼できる指標とするには不安があること、この A-C 時間は短く、正確な計測がむずかしい場合が経験されるので、LVEDP の上昇を診断する指標として (P-R)-(A-C) 時間はすべての症例には適用できない。そこで今回の我々の検討から僧帽弁エコーを前述のごとくの一定条件下で注意深く捉えた上で、 $\overline{B-B'}/\bar{A}$  比の上昇を示した場合 B-B' step formation と診断することにより、左室コンプライアンスの低下を示唆する LVEDP

の上昇を, 精度よく推定することが可能となると思われた。

最後に A/E 比は LVEDP 値と有意な相関を示さなかったが, 今回の検討では年齢, 疾患の差を無視していることと, 我々が報告したごとく<sup>7)</sup>, A/E 比の上昇は心房収縮による左室への流入容量の相対的増大を示唆する所見と考えられ, 必ずしも左室拡張期コンプライアンスの低下を意味するとは限らないので, LVEDP との間に相関が認められなかった理由は理解できる。しかしながら, LVEDP が 12 mmHg 以上であっても B-B' step formation の出現しなかった 4 症例で, A/E 比が 0.9 以上であったことから, 左室拡張期動態を UCG で診断する上で A/E 比も B-B' step と並んで重要な指標であり, 今後さらに詳細な検討が必要と考えられた。

### 要 約

僧帽弁エコーグラムにみられる B-B' step formation の血行動態的意義について検討した。対象は僧帽弁膜症を除いた 56 症例で, このうち 20 症例については僧帽弁エコーと左室内圧を同時記録した。A 波と B-B' 波の高さの比 ( $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比) を測定し, 左室拡張終期圧 (LVEDP) と対比検討した。左室圧記録は全例 catheter-tip transducer を用いた。

1)  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比が 0.5 を越えた 16 例中 15 例で LVEDP は 12 mmHg 以上であった。

2) B-B' step が認められても,  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比が 0.5 未満の 12 例中 9 例で LVEDP は 11 mmHg 以下であった。

3) B-B' step の認められなかった 28 例中 5 例を除き, LVEDP は 11 mmHg 以下であった。

4) 僧帽弁エコーグラムの A/E 比と LVEDP の間には有意の相関が認められなかった。

5)  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比が 0.5 以上の症例における心房収縮に伴う左室圧上昇の程度は,  $\overline{B-B'}/\overline{A}$  比 0.5 未満か, B-B' step の認められなかった症例に比し, 有意に高かった。

6) 僧帽弁エコーグラムに B 点あるいは B-B' step が認められた場合, おのおの B 点および B' 点は左室圧の急峻な立ち上がりと時間的にほぼ一致し, これらの点が弁閉鎖開始点と考えられた。

$\overline{B-B'}/\overline{A}$  比の高値は, 心房収縮早期 (B 点) で有意な左房左室圧較差が消失することを示唆しており, LVEDP の上昇等で表現される左室コンプライアンスの低下を知る上でよい指標と考えられた。

### 文 献

- 1) Konecke LL, Feigenbaum H, Chang S, Corya BC, Fischer JC: Abnormal mitral valve motion in patients with elevated left ventricular diastolic pressures. *Circulation* **47**: 989, 1973
- 2) Corya BC, Feigenbaum H, Rasmussen S, Knoebel SB: Echocardiographic findings predicting mortality in acute myocardial infarction. *Circulation (Suppl III)* **50**: 29, 1974 (abstr)
- 3) Corya BC, Rasmussen S, Knoebel SB, Feigenbaum H: Echocardiography in acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **36**: 1, 1975
- 4) Corya BC, Rasmussen S, Knoebel SB, Black MJ, Feigenbaum H: Echocardiographic left ventricular function related to coronary bypass mortality. *Circulation (Suppl II)* **52**: 133, 1975 (abstr)
- 5) Dillon JC, Feigenbaum H, Weyman AE, Corya BC, Peskoe S, Chang S: M-mode echocardiography in the evaluation of patients for aneurysmectomy. *Circulation* **53**: 657, 1976
- 6) Feigenbaum H: *Echocardiography*. 2nd ed, Lea & Febiger, Philadelphia, 1976, p 98
- 7) Shiina A, Tsuchiya M, Suzuki H, Kawai N, Yaginuma T, Hosoda S: Assessment of left ventricular diastolic pressure and volume changes by means of analysis of the mitral valve echo motion. *Jpn Circulat J* **42**: 767, 1978 (abstr)
- 8) Feigenbaum H, Dillon JC, Haine CL, Chang S, Nasser WK: Effect of elevated atrial component of left ventricular pressure on mitral valve closure. *Am J Cardiol* **25**: 95, 1970 (abstr)
- 9) Nimura Y, Matsumoto M, Shimada H, Nagata S, Oyama S, Takahashi Y, Abe H, Kitabatake A, Matsuo H: Unusual configuration of ultrasound cardiogram of mitral valve observed in some cases with myocardial disease of unknown cause. *Med Ultrason* **9**: 108, 1971
- 10) Shiina A, Matsumoto Y, Kawasaki K, Tsuchiya

- M, Itoh K, Hokamaki H, Miyata K, Tomita T, Matsumoto Y, Yaginuma T, Hosoda S: Analysis of opening and closing motion of the valve by simultaneous echocardiogram and pressure tracing across the valve. *J Cardiography* **6**: 661, 1976
- 11) Yow MV, Reichek N: Left ventricular end-diastolic pressure and echocardiographic mitral valve closure. *Circulation (Suppl II)* **52**: 51, 1975 (abstr)
- 12) Pohost GM, Dinsmore RE, Rubenstein JJ, O'Keefe DD, Grantham RN, Scully HE, Beierholm EA, Frederiksen JW, Weisfeldt ML, Daggett WM: The echocardiogram of the anterior leaflet of the mitral valve. *Circulation* **51**: 88, 1975
- 13) Rubenstein JJ, Pohost GM, Dinsmore RE, Hart-horne JW: The echocardiographic determination of mitral valve opening and closure. *Circulation* **51**: 98, 1975